

NOTA TÉCNICA DPG-SPT N° 04/2018

Panorama do Refino e da Petroquímica no Brasil

Rio de Janeiro
1º de novembro de 2018



Empresa de Pesquisa Energética

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - "*double sided*")



GOVERNO FEDERAL
Ministério de Minas e Energia

Ministro

Wellington Moreira Franco

Secretário Executivo

Márcio Félix Carvalho Bezerra

Secretário de Planejamento e Desenvolvimento Energético

Eduardo Azevedo Rodrigues



Empresa de Pesquisa Energética

Empresa pública, vinculada ao Ministério de Minas e Energia, instituída nos termos da Lei nº 10.847, de 15 de março de 2004, a EPE tem por finalidade prestar serviços na área de estudos e pesquisas destinadas a subsidiar o planejamento do setor energético, tais como energia elétrica, petróleo e gás natural e seus derivados, carvão mineral, fontes energéticas renováveis e eficiência energética, dentre outras.

Presidente

Reive Barros dos Santos

Diretor de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Thiago Vasconcellos Barral Ferreira

Diretor de Estudos de Energia Elétrica

Amílcar Gonçalves Guerreiro

Diretor de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

José Mauro Ferreira Coelho

Diretor de Gestão Corporativa

Álvaro Henrique Matias Pereira

<http://www.epe.gov.br>

Sede

Esplanada dos Ministérios Bloco "U"
Ministério de Minas e Energia - Sala 744 - 7º andar
Brasília - DF - CEP: 70.065-900

Escritório Central

Av. Rio Branco, n.º 01 - 11º Andar
20090-003 - Rio de Janeiro - RJ

NOTA TÉCNICA DPG-SPT Nº 04/2018

Panorama do Refino e da Petroquímica no Brasil

Diretoria de Estudos de Petróleo, Gás e Biocombustíveis

Superintendência de Petróleo

Coordenação Geral

José Mauro Ferreira Coelho

Marcos Frederico Farias de Souza

Coordenação Executiva

Marcelo Castello Branco Cavalcanti

Coordenação Técnica

Patrícia Feitosa Bonfim Stelling

Equipe Técnica

Carlos Eduardo Rincó de Mendonça Lima

Filipe de Padua Fernandes Silva

Rafael Moro da Mata

Vitor Manuel do Espírito Santo Silva

Participação Especial da Diretoria de Estudos Econômico-Energéticos e Ambientais

Fernanda Marques Pereira Andreza

Suporte Administrativo

Sergio Augusto Melo de Castro

(Esta página foi intencionalmente deixada em branco para o adequado alinhamento de páginas na impressão com a opção frente e verso - "*double sided*")

IDENTIFICAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES



Área de estudo:

ABASTECIMENTO

Estudo:

PANORAMA DO REFINO E DA PETROQUÍMICA NO BRASIL

<i>Revisões</i>	<i>Data de emissão</i>	<i>Descrição sucinta</i>
r0	20/09/2018	Publicação original.
r1	01/11/2018	Correção nos dados do Gráfico 13 e ajuste textual na Seção 2.2.5.

SUMÁRIO

Introdução	12
1. Contextualização	13
2. Panorama do Refino Brasileiro	18
2.1. <i>Petróleo</i>	21
2.2. <i>Derivados de petróleo</i>	22
2.2.1. Gás Liquefeito de Petróleo (GLP).....	23
2.2.2. Nafta.....	24
2.2.3. Gasolina A.....	25
2.2.4. Querosene de Aviação (QAV).....	26
2.2.5. Óleo Diesel A.....	27
2.2.6. Lubrificantes.....	28
2.2.7. Óleo Combustível.....	30
2.2.8. Coque Verde de Petróleo (CVP).....	31
2.2.9. Asfaltos.....	32
2.3. <i>Parque de refino nacional</i>	34
2.3.1. Região Sudeste.....	34
2.3.2. Região Centro-Oeste.....	36
2.3.3. Região Sul.....	36
2.3.4. Região Nordeste.....	38
2.3.5. Região Norte.....	40
3. Panorama da petroquímica no Brasil	42
3.1. <i>Matérias-primas</i>	46
3.1.1. Nafta petroquímica.....	47
3.1.2. Etano e propano.....	48
3.2. <i>Indústria petroquímica nacional</i>	49
3.3. <i>Produtos petroquímicos</i>	51
3.3.1. Petroquímicos básicos.....	52
3.3.1.1. Eteno.....	52
3.3.1.2. Propeno.....	54
3.3.2. Principais resinas termoplásticas e o setor de transformados.....	55
3.3.2.1. Polietileno (PE).....	58
3.3.2.2. Polipropileno (PP).....	60
3.3.2.3. Cloreto de polivinila (PVC).....	62
3.3.2.4. Tereftalato de polietileno (PET) - grau garrafa.....	63
3.3.2.5. Poliestireno (PS).....	66
4. Considerações finais	68
Referências bibliográficas	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cadeia de abastecimento de derivados de petróleo	18
Figura 2: Principais derivados obtidos na destilação atmosférica	20
Figura 3: Parque de refino da região Sudeste.....	34
Figura 4: Produção percentual de derivados nas principais refinarias do Sudeste em 2017	35
Figura 5: Parque de refino da região Sul.....	37
Figura 6: Produção percentual de derivados nas refinarias da Região Sul em 2017	37
Figura 7: Parque de refino da região Nordeste	38
Figura 8: Produção percentual de derivados nas refinarias do Nordeste em 2017	39
Figura 9: Parque de refino da região Norte	40
Figura 10: Produção percentual de derivados na Reman em 2017	41
Figura 11: Cadeia produtiva da indústria petroquímica	42
Figura 12: Polos petroquímicos no Brasil	50
Figura 13: Diagrama de blocos da cadeia petroquímica do eteno	53
Figura 14: Diagrama de blocos da cadeia petroquímica do propeno	55
Figura 15: Reação de obtenção do Tereftalato de polietileno (PET)	64

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Consumo primário de energia no mundo	13
Gráfico 2: Participação de diferentes fontes na demanda energética mundial	14
Gráfico 3: Demanda energética brasileira, por fonte de energia	15
Gráfico 4: Consumo nacional de derivados de petróleo, por uso final.....	15
Gráfico 5: Participação dos principais produtores mundiais de resinas termoplásticas em 2016	16
Gráfico 6: Produção mundial de resinas termoplásticas em 2016	17
Gráfico 7: Produção, demanda, importação e exportação de petróleo no Brasil	22
Gráfico 8: Produção, demanda, importação e exportação de GLP.....	23
Gráfico 9: Produção nacional de nafta petroquímica	24
Gráfico 10: Produção, demanda, importação e exportação de gasolina A	25
Gráfico 11: Produção, demanda, importação e exportação de QAV.....	26
Gráfico 12: Produção, demanda, importação e exportação de óleo diesel A	27
Gráfico 13: Produção, rerrefino, importação e exportação de óleos básicos lubrificantes	29
Gráfico 14: Produção, demanda, importação e exportação de óleo combustível	30
Gráfico 15: Produção, demanda, importação e exportação de CVP	31
Gráfico 16: Produção, demanda, importação e exportação de asfaltos	33
Gráfico 17: Comparativo entre o perfil de produção de unidades de craqueamento base etano e base nafta	45
Gráfico 18: Produção, demanda, importação e exportação de nafta petroquímica	47
Gráfico 19: Produção nacional de etano (volumes no estado gasoso).....	48
Gráfico 20: Produção nacional de propano (volumes no estado líquido)	49
Gráfico 21: Produção nacional de eteno	52
Gráfico 22: Produção nacional e exportação de propeno	54
Gráfico 23: Principais resinas consumidas no Brasil em 2016	56
Gráfico 24: Produção, demanda, importação e exportação de polietileno.....	59
Gráfico 25: Produção, demanda, importação e exportação de polipropileno	61
Gráfico 26: Produção nacional, oferta de produto reciclável, importação e exportação do PVC	62
Gráfico 27: Produção nacional, volume reciclado, importação, exportação e percentual de reciclagem de PET	65
Gráfico 28: Produção, demanda, importação, exportação de poliestireno	67

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Principais processos de refino.....	19
Tabela 2: Setores consumidores de artigos plásticos	44
Tabela 3: Participação de nafta e gás natural na indústria petroquímica de diferentes países	46
Tabela 4: Mercado nacional de resinas termoplásticas.....	57

ÍNDICE DE SIGLAS E SIGLEMAS

- Abipet** – Associação Brasileira da Indústria do PET
- Abiplast** – Associação Brasileira da Indústria do Plástico
- Abiquim** – Associação Brasileira da Indústria Química
- Abre** – Associação Brasileira de Embalagem
- Acea** – *Association des Constructeurs Européens d'Automobiles* (Associação dos Fabricantes de Automóveis Europeus)
- ANP** – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
- API** – American Petroleum Institute
- BNDES** – Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social
- CAN** – Consumo Aparente Nacional
- CAP** – Cimento Asfáltico de Petróleo
- CNPE** – Conselho Nacional de Política Energética
- Comperj** – Complexo Petroquímico do Rio de Janeiro
- CVP** – Coque Verde de Petróleo
- DCE** – Dicloroetano
- DMT** – Tereftalato de Dimetileno
- EPDM** – Borracha de Etileno-Propileno-Dieno
- EVA** – Espuma Vinílica Acetinada
- FCC** – Unidade de Craqueamento Catalítico Fluidizado
- FGV** – Fundação Getúlio Vargas
- FUT** – Fator de Utilização (das refinarias)
- GLP** – Gás Liquefeito de Petróleo
- HLR** – Hidrocarbonetos Leves de Refinaria
- Lubnor** – Refinaria Lubrificantes e Derivados do Nordeste
- MDIC** – Ministério da Indústria, Comércio e Serviços
- MMA** – Ministério do Meio Ambiente
- MME** – Ministério de Minas e Energia
- MEG** – Etilenoglicol
- Mercosul** – Mercado Comum do Sul
- NAFTA** – North American Free Trade Agreement (Tratado Norte-Americano de Livre Comércio)
- Oluc** – Óleo Lubrificante Usado ou Contaminado
- Osbra** – Oleoduto São Paulo - Brasília

PDE – Plano Decenal da Expansão de Energia

PE – Polietileno

PEAD – Polietileno de Alta Densidade

PEDB – Polietileno de Baixa Densidade

PELBD – Polietileno Linear de Baixa Densidade

PET – Polietileno Tereftalato

PEUAPM – Polietileno de Ultra Alto Peso Molecular

PEUBD – Polietileno de Ultrabaixa Densidade

PIB – Produto Interno Bruto

PP – Polipropileno

PS – Poliestireno

PTA – Ácido Tereftálico

PVC – Policloreto de Vinila

PX – Para-Xileno

QAV – Querosene de Aviação

Recap – Refinaria Capuava

Reduc – Refinaria Duque de Caxias

Refap – Refinaria Alberto Pasqualini

Repar – Refinaria presidente Getúlio Vargas

Regap – Refinaria Gabriel Passos

Reman – Refinaria Isaac Sabbá

Replan – Refinaria de Paulínia

Revap – Refinaria Henrique Lage

RLAM – Refinaria Landulpho Alves

RNEST – Refinaria Abreu e Lima

RPBC – Refinaria Presidente Bernardes

SIX – Unidade de Industrialização do Xisto

Tebar – Terminal São Sebastião

Tecab – Terminal Cabiúnas

UCR – Unidade de Coqueamento Retardado

UFL – Unidade de Fracionamento de Líquidos

UPGN – Unidade de Processamento de Gás Natural

URL – Unidade de Recuperação de Líquidos

Introdução

A presente nota técnica tem como objetivo apresentar o panorama atual dos segmentos de refino e de petroquímica no Brasil. Desta forma, serão apresentados detalhes sobre o parque de refino atual e discutidos aspectos relacionados a cadeia petroquímica no País. Tais segmentos são responsáveis pela oferta de derivados de petróleo, principalmente combustíveis, e produtos petroquímicos utilizados amplamente na indústria, representando 3,9% do PIB industrial nacional em 2015 (IBGE, 2017).

Diante da revisão da política de abastecimento nacional da Petrobras, detentora de 98% da capacidade de processamento do parque de refino nacional e principal fornecedora de insumos básicos para a indústria petroquímica, cresce a importância da disseminação da informação sobre o setor a fim de reduzir barreiras à entrada de novos agentes nos referidos segmentos da indústria nacional. Nesse sentido, ressaltam-se as diversas propostas para o desenvolvimento e expansão do refino e da indústria petroquímica no País que estão sendo avaliadas, com destaque para o Programa Gás para Crescer¹, o Grupo de Trabalho de Refino e Petroquímica² e o Programa Combustível Brasil³, nos quais a EPE compõe o núcleo coordenador. Nestas três ações, na proposta de Resolução do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), ficou evidente a necessidade de dispor de mais análises sobre os segmentos de refino e petroquímica, a fim de reduzir assimetrias de informação e fornecer conteúdo para melhor entendimento de sua atual situação. Dessa forma, esta Nota Técnica apresenta e contextualiza o panorama desses importantes elos da cadeia do setor petrolífero nacional.

¹ O Programa Gás para Crescer culminou no Substitutivo do Projeto de Lei nº 6.407/2013, que objetiva aumentar a concorrência no mercado de gás natural e assim obter preços mais competitivos e fomentar a indústria nacional. O projeto está aguardando tramitação no Congresso Nacional (CÂMARA DOS DEPUTADOS, 2018).

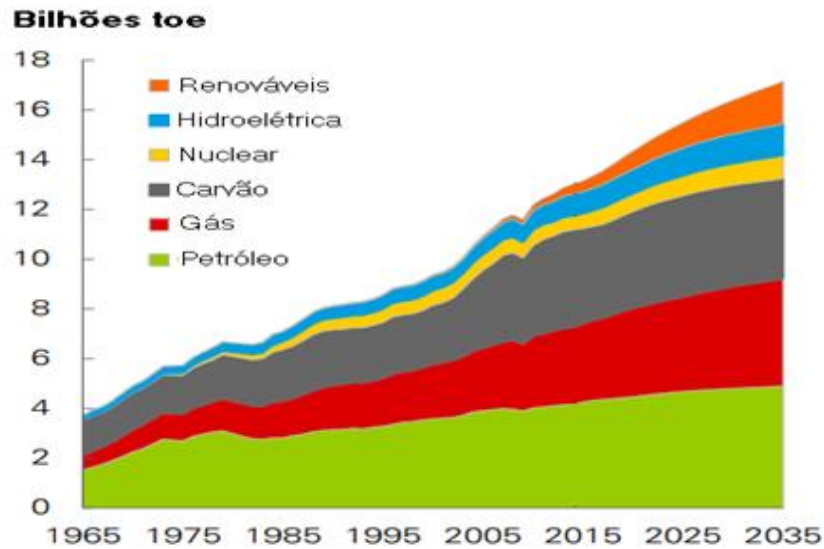
² Grupo de Trabalho de Refino e Petroquímica instituído em janeiro de 2018 pela Portaria nº 9/2018 do Ministério de Minas e Energia (MME), com o objetivo de identificar, analisar e sugerir ações necessárias para incentivar investimentos em infraestrutura, especificamente em atividades dos setores de refino de petróleo e de petroquímica no País. Esta análise culminou na proposição ao Conselho Nacional de Política Energética (CNPE) de 10 diretrizes para indução de investimentos (MME, 2018).

³ O Governo Federal lançou, em fevereiro de 2017, a Iniciativa Combustível Brasil, com objetivo de propor ações e medidas para estimular a livre concorrência e a atração de investimentos para o setor de abastecimento de combustíveis. O CNPE publicou a Resolução nº 15/2017, pela qual estabeleceu diretrizes estratégicas para a atração de investimentos e para o desenvolvimento do mercado de combustíveis, demais derivados de petróleo e biocombustíveis (MME, 2017). A cada semestre, o Combustível Brasil divulga relatório dos trabalhos desenvolvidos no período, envolvendo seus quatro subcomitês: Concorrência e competitividade, Infraestrutura, Abastecimento e Tributação.

1. Contextualização

Atualmente, há forte dependência por petróleo e seus derivados para atendimento à demanda energética mundial, conforme indicado no Gráfico 1.

Gráfico 1: Consumo primário de energia no mundo

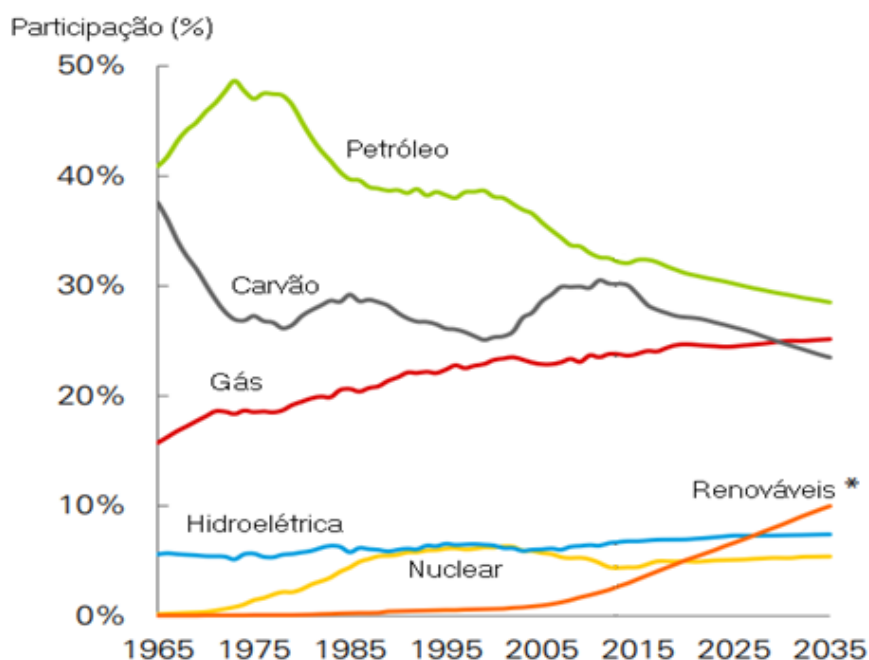


Fonte: BP (2018)

* Renováveis incluem eólica, solar, geotérmica, biomassa e biocombustíveis.

De acordo com o Gráfico 2, a participação do petróleo é superior a 30% do consumo energético total, permanecendo como a principal fonte energética mundial nos próximos anos.

Gráfico 2: Participação de diferentes fontes na demanda energética mundial

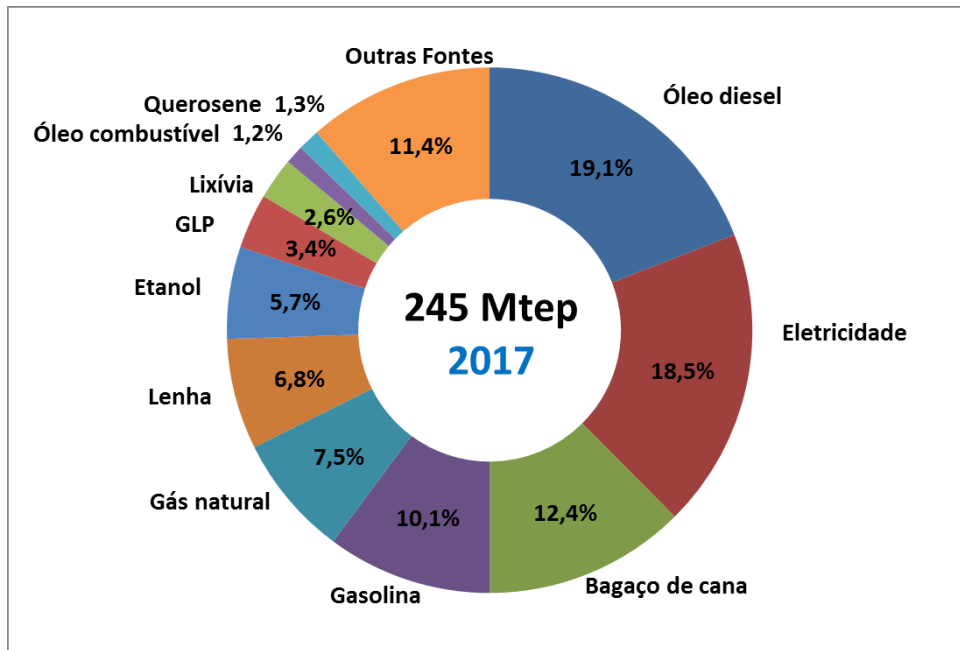


Fonte: BP (2018)

* Renováveis incluem eólica, solar, geotérmica, biomassa e biocombustíveis.

No Brasil, este cenário não é diferente, apesar da tendência de aumento da participação das fontes renováveis na matriz energética nacional ao longo dos anos. Os derivados de petróleo também respondem pela maior participação na matriz nacional, correspondendo, em 2017, a 43% do consumo energético, participação acima da média mundial, conforme apresentado no Gráfico 3.

Gráfico 3: Demanda energética brasileira, por fonte de energia

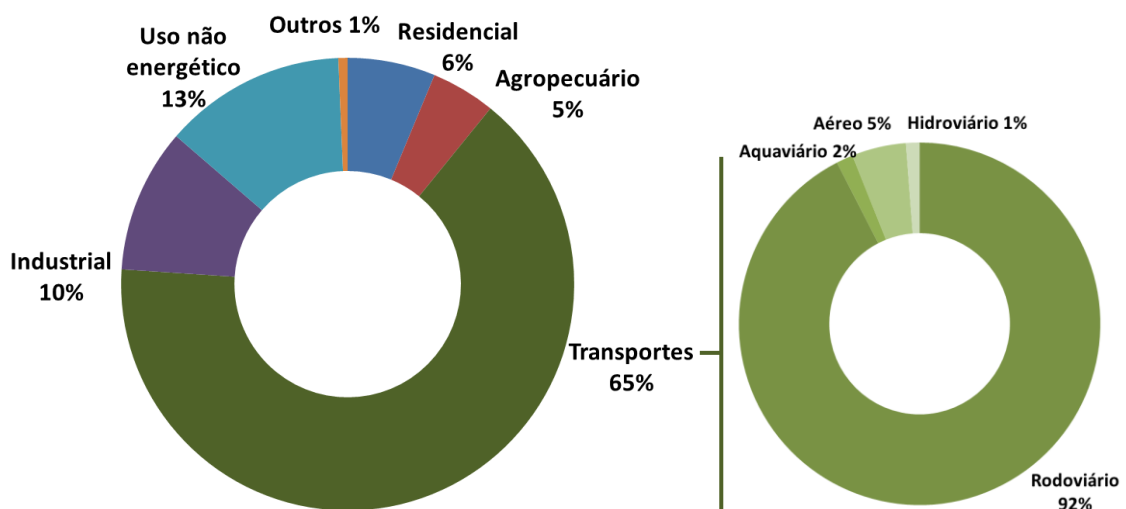


Fonte: EPE (2018)

* Inclui biodiesel, lixívia, outras renováveis e outras não renováveis.

Destaca-se que a demanda por derivados de petróleo é predominantemente para o uso no setor de transportes, representando 65% do total, conforme mostra o Gráfico 4.

Gráfico 4: Consumo nacional de derivados de petróleo, por uso final



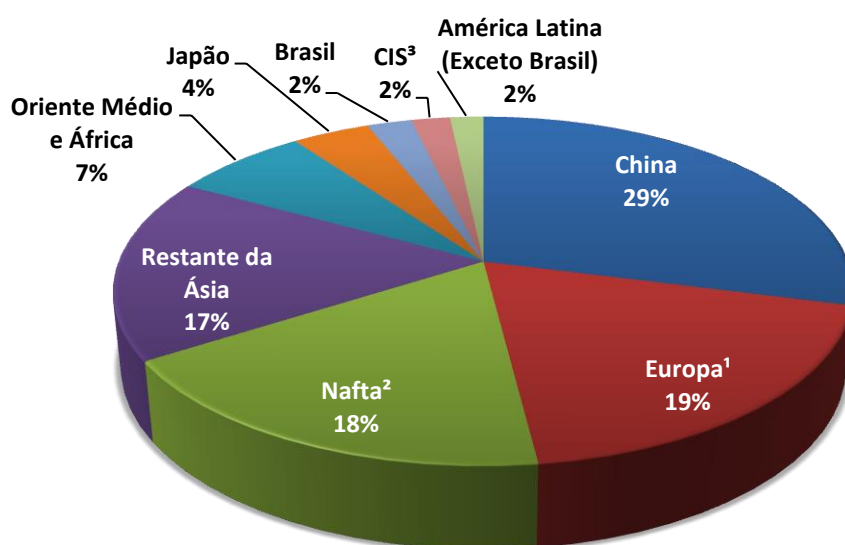
Fonte: EPE (2018)

Os produtos petroquímicos (resinas termoplásticas, elastômeros, fibras, dentre outros.), por sua vez, estão inseridos no cotidiano tanto quanto os derivados para fins energéticos. Neste contexto, as resinas termoplásticas têm papel importante, pois, produzidas a partir de petroquímicos básicos, são utilizadas pelos transformadores na fabricação de produtos finais, como embalagens, componentes plásticos para indústria automobilística, entre outros.

Em 2016, a produção de resinas termoplásticas no mundo foi de aproximadamente 280 milhões de toneladas. A China teve participação de 29% do total, liderando a produção mundial, seguida pela Europa com 19% (União Europeia, Suíça e Noruega) e o bloco econômico NAFTA (composto por EUA, Canadá e México), com 18%.

A América Latina representa 4% da produção mundial de resinas termoplásticas, sendo que o Brasil contribui com mais da metade dessa produção (57%), concentrada em polietileno (PE), polipropileno (PP), policloreto de vinila (PVC), politereftalato de etileno (PET) e as resinas de engenharia. Os Gráficos 5 e 6 apresentam os principais produtores de resinas termoplásticas.

Gráfico 5: Participação dos principais produtores mundiais de resinas termoplásticas em 2016



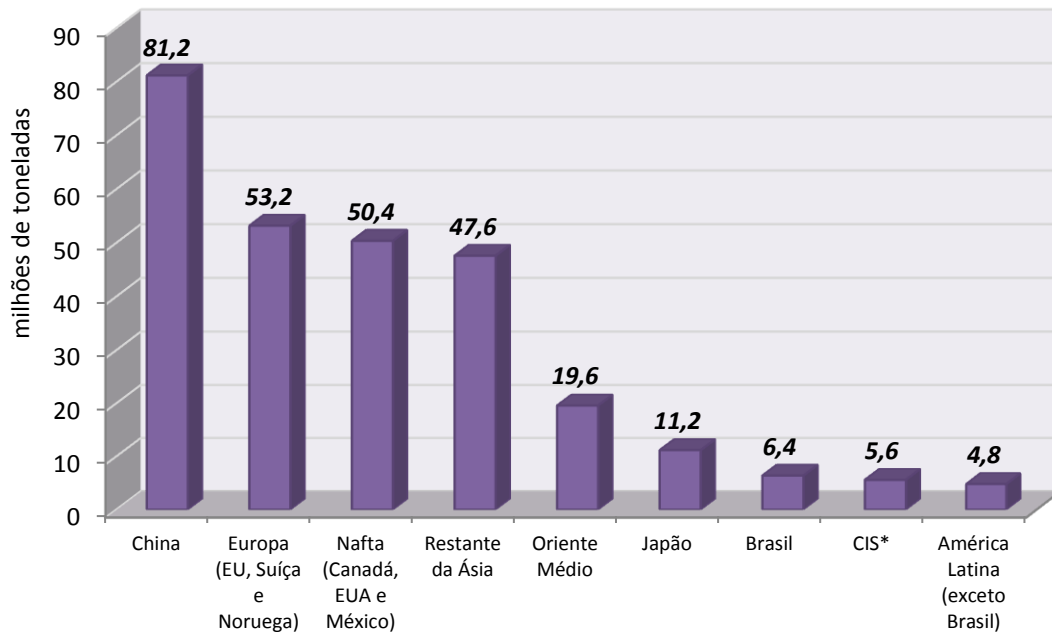
Fonte: Abiplast (2018a)

¹Europa: União Europeia, Suíça e Noruega.

²Nafta: Canadá, EUA e México.

³CIS: Armênia, Belarus, Cazaquistão, Federação Russa, Moldávia, Quirguistão, Tadjiquistão, Turcomenistão, Ucrânia, Uzbequistão, Geórgia e Azerbaijão.

Gráfico 6: Produção mundial de resinas termoplásticas em 2016



Fonte: Abiplast (2018a)

* Armênia, Belarus, Cazaquistão, Federação Russa, Moldávia, Quirguistão, Tadjiquistão, Turcomenistão, Ucrânia, Uzbequistão, Geórgia e Azerbaijão

Considerando os aspectos descritos nesta seção, a oferta de derivados de petróleo, seja na forma de combustíveis, seja na forma de insumos básicos para a indústria petroquímica, torna-se extremamente relevante. Atualmente, o Brasil apresenta excedentes de petróleo e, embora tenha um parque de refino que totaliza 17 refinarias (a serem detalhadas na Seção 3.3), há a necessidade de importação de quase todos os principais derivados líquidos, incluindo a nafta, principal matéria-prima para a indústria petroquímica nacional.

Assim, há espaço para ampliação do parque de refino brasileiro, bem como o crescimento da indústria petroquímica, sendo esta expansão de capacidade importante para a garantia do abastecimento de derivados de petróleo no País e ampliação da oferta de produtos petroquímicos pela indústria nacional.

2. Panorama do Refino Brasileiro

A cadeia de petróleo e seus derivados possui diversos segmentos e envolve uma rede sistêmica complexa, conforme ilustrado na Figura 1.

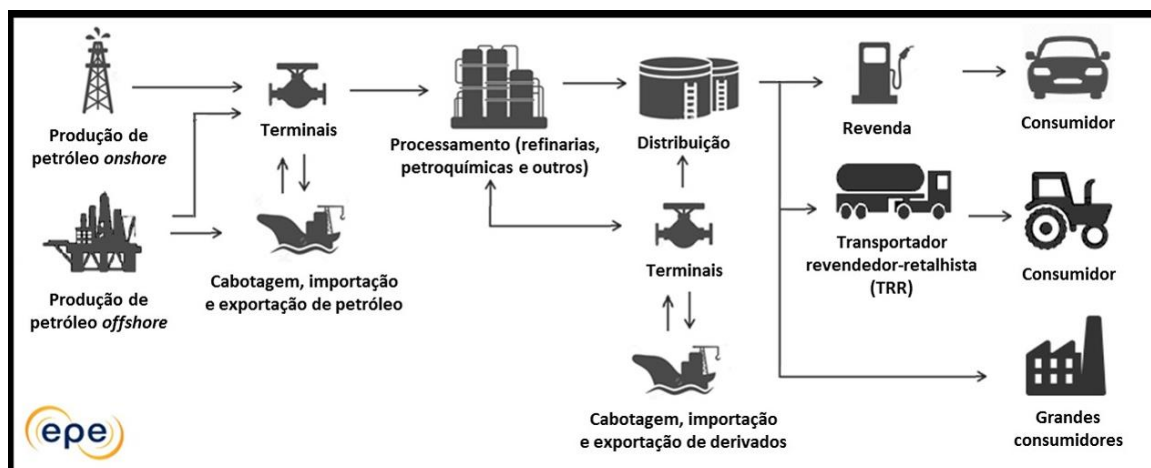


Figura 1: Cadeia de abastecimento de derivados de petróleo

Fonte: Elaboração própria.

O refino do petróleo é um conjunto de processos que visam à transformação do óleo cru em derivados de valor comercial como o diesel, gasolina, GLP e querosene, entre outros. Atualmente, o refino conta unidades capazes de ofertar maiores volumes dos principais derivados, bem como atender a especificação de qualidade para atendimento às normas vigentes.

As refinarias de petróleo são organizadas em etapas de processos industriais (esquema de refino) com o objetivo de transformar o petróleo em diferentes produtos especificados para consumo. O refino é constituído basicamente por quatro tipos de processo: separação, conversão, tratamento e processos auxiliares. A Tabela 1 apresenta os principais processos dentro de cada um destes tipos.

Tabela 1: Principais processos de refino

Tipo de processo	Processos
Separação	Destilação atmosférica, destilação a vácuo, desasfaltação, extração de aromáticos, desparafinização, desoleificação, adsorção
Conversão	Craqueamento térmico, coqueamento retardado, pirólise, craqueamento catalítico, hidrocrackeamento catalítico, alquilação catalítica, reforma catalítica
Tratamento	Tratamento com aminas, tratamento cáustico, hidrotratamento
Auxiliar	Geração de hidrogênio, recuperação de enxofre, tratamento de água ácida

Fonte: BRASIL (2011)

Os processos de separação consistem em utilizar a diferença de alguma das propriedades físico-químicas dos diferentes componentes presentes no petróleo para separá-los em correntes, como pressão de vapor, solubilidade e capacidade de adsorção. Nas destilações atmosférica e a vácuo, por exemplo, o óleo bruto é aquecido e, de acordo com a pressão de vapor, são separadas as diferentes frações de hidrocarbonetos, sendo então coletadas pelas tubulações das torres de destilação no estado de vapor ou como resíduo no fundo da coluna. Outro exemplo é a desasfaltação, processo baseado nas diferentes solubilidades dos componentes presentes frente a um determinado solvente. Posteriormente, estas correntes podem passar por uma série de outras etapas visando gerar derivados com maior valor agregado e enquadrá-los dentro das especificações definidas pela legislação para que possam ser comercializados. A Figura 2 mostra as principais frações obtidas pela destilação do petróleo bruto, bem como sua finalidade típica após o processamento.



Figura 2: Principais derivados obtidos na destilação atmosférica

Fonte: Adaptado de Galp (2015).

Os processos de conversão são extremamente importantes em uma refinaria, na medida em que permitem alterar a estrutura molecular dos hidrocarbonetos, seja através da quebra em moléculas menores, seja por combinação em moléculas maiores ou através de rearranjos moleculares que conferem propriedades melhores aos produtos finais. Neste sentido, eles permitem transformar resíduos de baixo valor agregado em derivados nobres (de alto valor), melhorando o desempenho financeiro de uma refinaria. Os processos de conversão se dividem basicamente entre processos térmicos e processos catalíticos. A presença destas unidades de conversão eleva significativamente a complexidade⁴ de uma refinaria (SZKLO *et al*, 2012).

Para atendimento às especificações de qualidade dos derivados são necessários também os processos de tratamento, que visam remover dos derivados impurezas como enxofre, nitrogênio e metais pesados, entre outros.

⁴ O índice de complexidade de Nelson é uma medida para comparar a capacidade de conversão de uma refinaria com sua capacidade de processamento. É um indicador que facilmente quantifica e compara a complexidade de refinarias. Refinarias com maior complexidade apresentam maior flexibilidade, bem como mais possibilidades para produzir derivados de maior valor agregado.

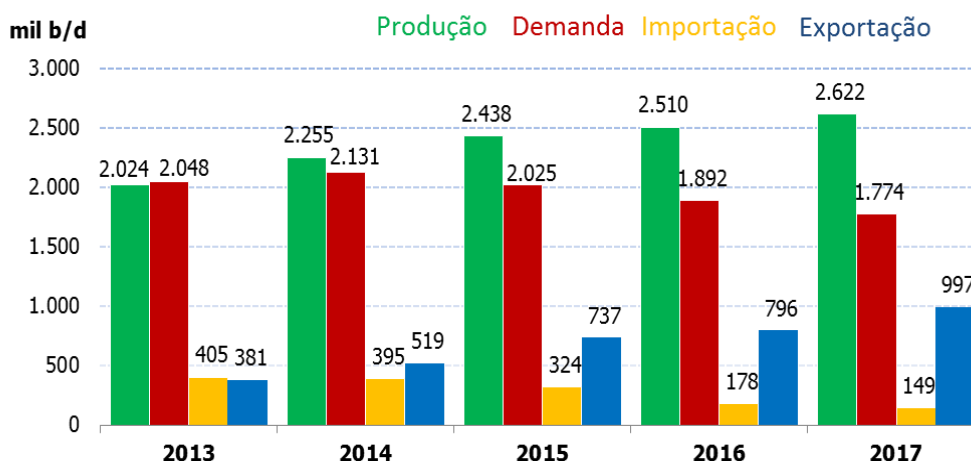
O refino possui baixo retorno financeiro, sendo capital intensivo, sensível politicamente e incerto ambientalmente (HERMANN, 2010). Os investimentos em refino são vultosos e dependendo da capacidade de processamento e do esquema de refino escolhido, podem chegar a dezenas de bilhões de dólares. Quando possuem maior complexidade, as refinarias apresentam mais flexibilidade, o que permite uma melhor adequação do perfil de produtos fabricados à demanda existente. A existência de custos significativos no transporte dos derivados influencia a localização das refinarias, o que, em geral, justifica sua localização próxima aos principais mercados consumidores. No Brasil, não é diferente. A presença de um parque de refino nacional preparado para processar petróleos mais pesados, com refinarias próximas aos principais mercados consumidores ilustra bem tais conceitos.

O refino é um segmento importante na cadeia do petróleo, pois apresenta importância social, econômica e estratégica, seja no desenvolvimento regional e nacional, seja na garantia do abastecimento ou no impacto que o déficit de derivados causa à Balança Comercial do País.

2.1.Petróleo

O petróleo é o insumo principal de uma refinaria e, portanto, a escolha do tipo de óleo cru a ser processado para um dado esquema de refino é essencial para a viabilidade econômica da operação. Os petróleos possuem diferentes propriedades físicas e químicas, tais como densidade (medida em grau API), pressão de vapor, teores de enxofre e de nitrogênio, além de possuírem diferentes rendimentos em derivados, resultando em um determinado *mix* de produtos finais.

É importante destacar que as diferentes características dos petróleos, associados com seus preços no mercado internacional e aos distintos esquemas de processamento, frequentemente conduzem a fluxos de petróleos e derivados para otimizar as margens de refino. Isso ajuda a justificar, por exemplo, um país exportador líquido de petróleo realizar importações de óleo cru para seu parque de refino, tal como indicado no Gráfico 7 para o Brasil.

Gráfico 7: Produção, demanda, importação e exportação de petróleo no Brasil

Fonte: ANP (2018c)

Observa-se uma redução da demanda e da importação e o aumento da produção petrolífera nacional. Em 2017, as exportações chegaram ao patamar de 1,0 milhão de barris por dia.

2.2. Derivados de petróleo

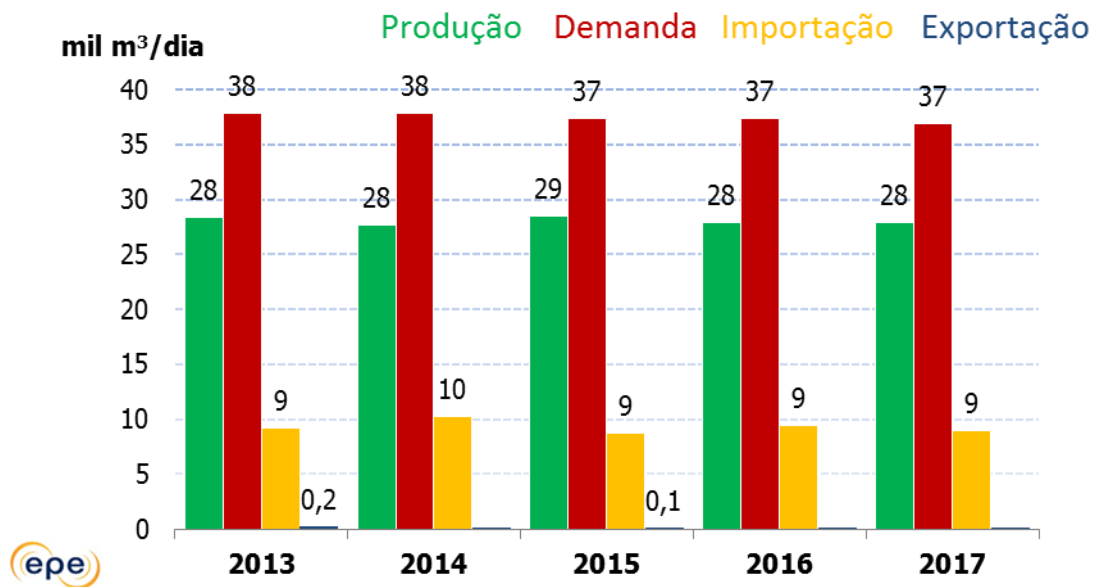
Derivados de petróleo são produtos obtidos pelo processamento do óleo cru nas refinarias. São misturas complexas com uma gama de moléculas diferentes, ao contrário de petroquímicos, que são normalmente compostos puros, com composição química bem definida.

Os derivados mais consumidos, tanto em escala nacional quanto mundial, são os combustíveis líquidos: óleo diesel, gasolina e querosene de aviação (QAV), além do gás liquefeito de petróleo (GLP). Também tem significativa relevância o consumo de óleo combustível, nafta, lubrificantes, asfalto e coque. Vale destacar que cada um desses produtos possui propriedades que o adequam a usos específicos. Uma breve descrição dos principais produtos derivados de petróleo é realizada a seguir.

2.2.1. Gás Liquefeito de Petróleo (GLP)

O GLP é um derivado importante tanto para uso residencial (com destaque para a cocção de alimentos) quanto para uso industrial. O GLP é produzido em refinarias, centrais petroquímicas e em Unidades de Processamento de Gás natural (UPGNs). Em uma refinaria, há produções de GLP oriundas das unidades de destilação atmosférica e reforma catalítica, mas a principal unidade produtora desse derivado é a unidade de Craqueamento Catalítico em Leito Fluidizado (FCC), no qual hidrocarbonetos de cadeia mais longa são quebrados através de catálise a alta temperatura. Atualmente, as principais refinarias produtoras de GLP são Replan, Revap, Repar, Reduc e RLAM. Observa-se que o Brasil é dependente de importações de GLP em níveis significativos. A necessidade de pressões entre 6 e 8 atmosferas para permanecer liquefeito tornam o transporte e o armazenamento de GLP uma tarefa ainda mais complexa. No Gráfico 8, são apresentados os dados de produção, demanda, importação e exportação de GLP no Brasil no período de 2013 a 2017.

Gráfico 8: Produção, demanda, importação e exportação de GLP



Fonte: EPE (2018)

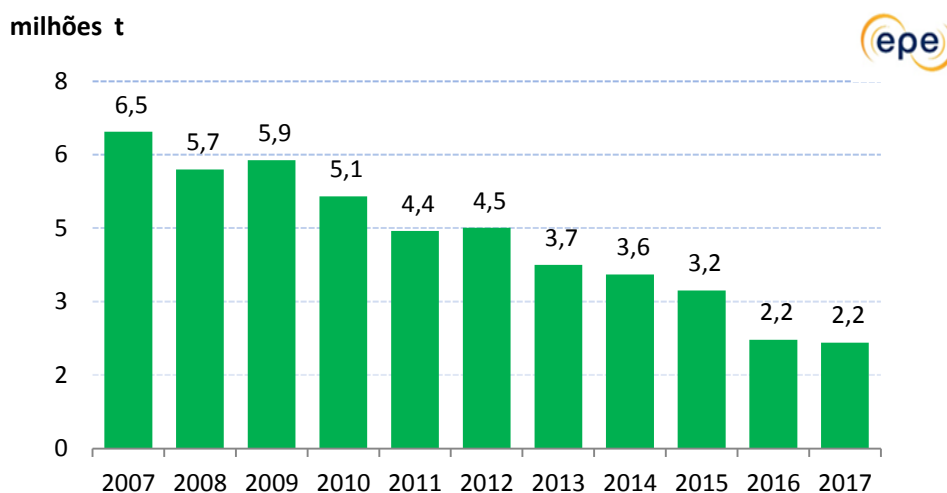
Contudo, nas projeções realizadas para o horizonte 2017-2026 (EPE, 2017) estima-se que haverá expansão da oferta de GLP no País devido à entrada em operação do segundo trem da RNEST e ao aumento do processamento de gás natural nas UPGNs, principalmente em decorrência da oferta do pré-sal. Assim, embora a demanda interna por este derivado continue crescendo no horizonte até 2026, o volume de importações e a dependência externa diminuirão.

2.2.2. Nafta

A nafta é um derivado de petróleo utilizado principalmente como matéria-prima da indústria petroquímica para a produção de eteno e propeno, além de outras frações líquidas, como benzeno, tolueno e xilenos.

A produção nacional de nafta é inferior ao volume demandado, o que torna o Brasil um importador líquido dessa matéria-prima. Nos últimos dez anos, a produção vem diminuindo expressivamente, saindo de 6,5 milhões de toneladas em 2007 para 2,2 milhões de toneladas em 2017, conforme mostra Gráfico 9.

Gráfico 9: Produção nacional de nafta petroquímica



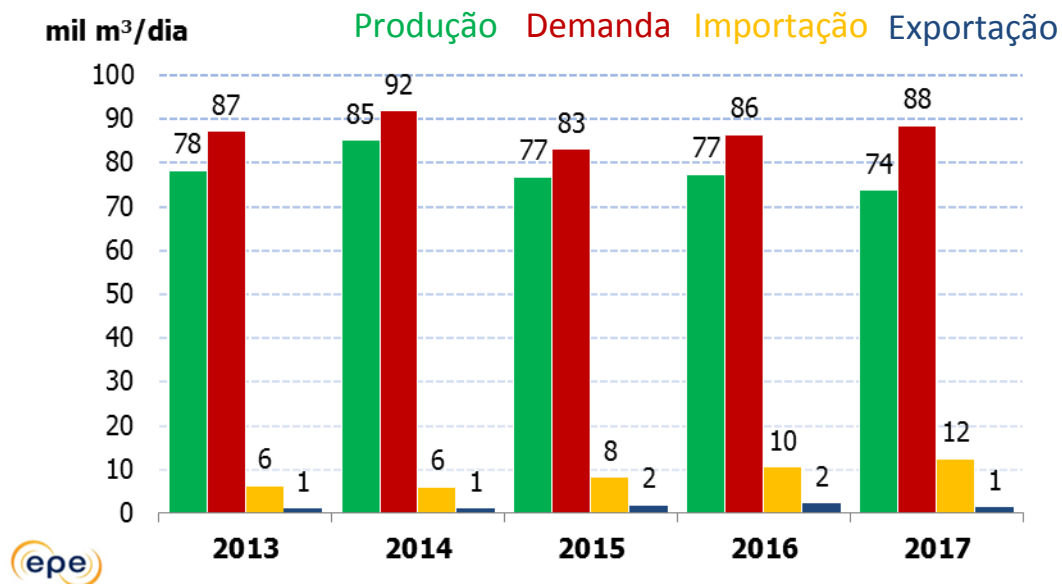
Fonte: ANP (2018a)

Atualmente, as principais refinarias produtoras de nafta são a Reduc e a RNEST. A queda da produção indicada no Gráfico 9 é justificada, essencialmente, pelo aumento da demanda de gasolina no período, uma vez que a inserção da nafta no *pool* de gasolina é, em grande medida, uma alternativa mais interessante economicamente que a comercialização da própria nafta para a petroquímica. O consumo de nafta pelas centrais petroquímicas é de, aproximadamente, 9,0 milhões de toneladas por ano. Como consequência, as importações de nafta cresceram nos últimos dez anos. Este ponto será abordado com maior profundidade no Capítulo 4 desta nota técnica.

2.2.3. Gasolina A

A gasolina A é utilizada em mistura com o etanol anidro em veículos automotivos de motores ciclo Otto. A oferta interna vem principalmente das refinarias, mas este combustível também pode ser oriundo, em menor escala, de centrais petroquímicas e unidades de processamento de gás natural (UPGNs). Pode também ser produzida por formuladores. A gasolina A é produzida em todas as grandes refinarias nacionais, com exceção da RNEST, que tem seu esquema de refino definido sem objetivo de produzir esse derivado. Nos últimos anos, a produção nacional foi incapaz de suprir a demanda interna, como pode ser observado no Gráfico 10. Em 2016 e 2017, a redução dos níveis de operação das refinarias brasileiras agravou ainda mais tal condição, resultando no maior volume histórico de importação de gasolina (77 mil barris por dia).

Gráfico 10: Produção, demanda, importação e exportação de gasolina A



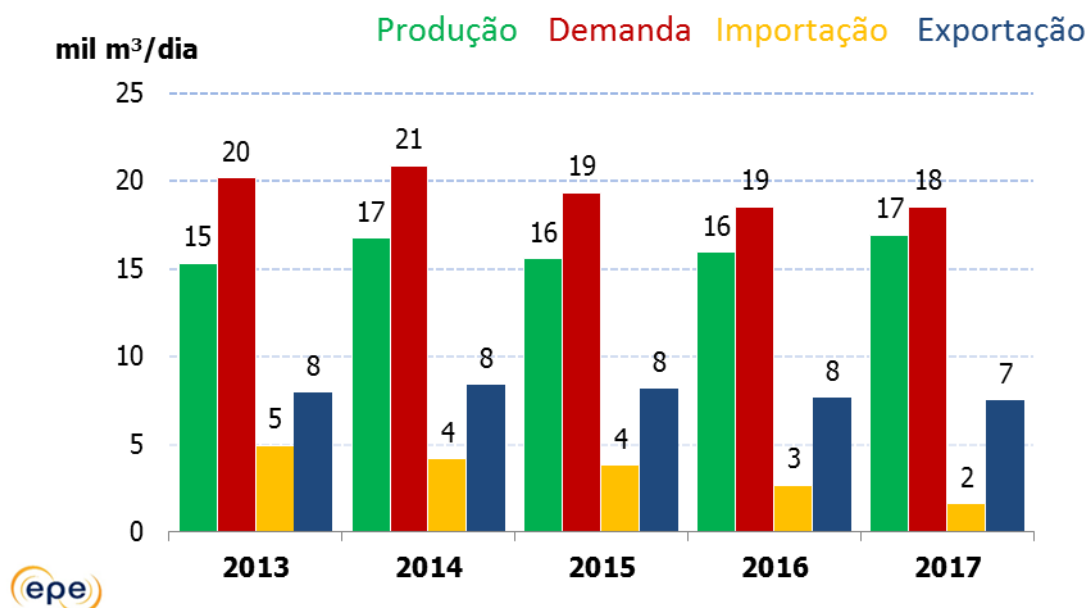
Fonte: EPE (2018)

Nas projeções realizadas para o horizonte 2017-2026 (EPE, 2017) não constam investimentos que aumentem a capacidade de produção de gasolina. Contudo, a diminuição da demanda em decorrência da recente crise econômica e o aumento na produção de etanol tornam o mercado desse derivado menos dependente de importações neste período.

2.2.4. Querosene de Aviação (QAV)

O Brasil é historicamente um país importador de querosene de aviação, embora nos últimos cinco anos as importações tenham sido gradativamente reduzidas, estando abaixo dos índices de dependência externa já verificados no passado. Este fato é, porém, um reflexo da queda na demanda pelo combustível, não sendo decorrente de aumentos significativos na produção.

Gráfico 11: Produção, demanda, importação e exportação de QAV



Fonte: EPE (2018)

Nota: Os valores de exportação se referem ao abastecimento de aeronaves estrangeiras em solo brasileiro. Contudo, dentro destes valores podem constar eventuais exportações pontuais para países vizinhos. A demanda se refere ao consumo aparente, obtida pela soma da produção em refinarias com os volumes importados.

As principais refinarias produtoras de QAV no Brasil são a Revap e a Reduc. Esta produção é estratégica uma vez que estas refinarias possuem conexões dutoviárias com as bases primárias do Aeroporto Internacional de Guarulhos (SP) e do Aeroporto Internacional do Galeão (RJ), respectivamente.

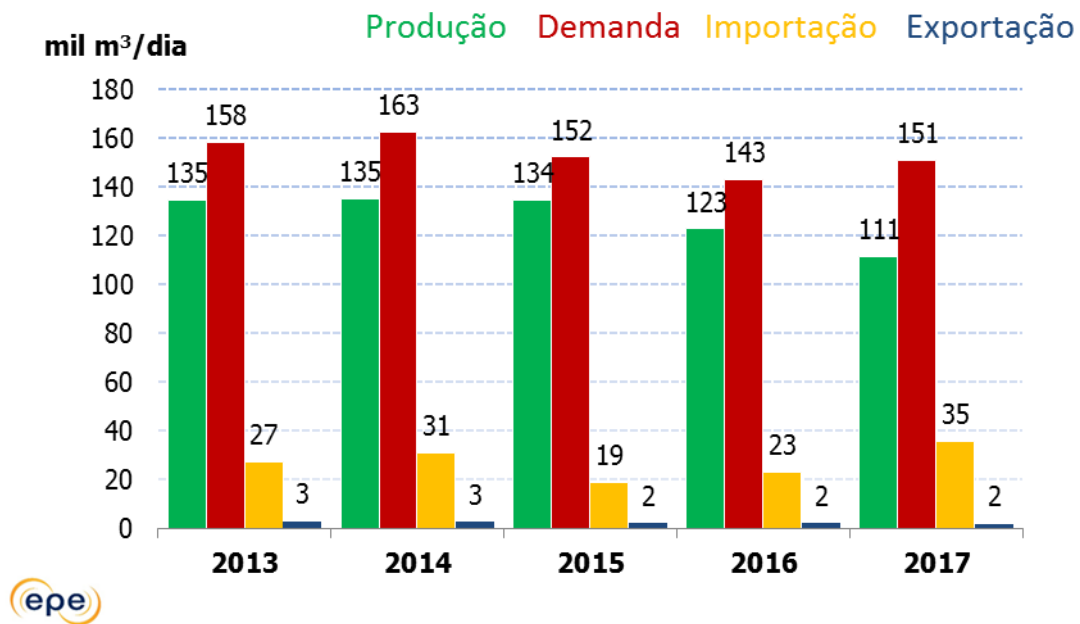
Como não estão previstos até 2026 investimentos que ampliem a capacidade de produção de QAV e, tendo em vista que sua demanda continuará crescendo com a retomada do crescimento econômico, a expectativa é que a necessidade de importações aumente.

2.2.5. Óleo Diesel A

O óleo diesel é o derivado de petróleo de maior demanda no Brasil, principalmente em função de sua utilização no transporte rodoviário. O óleo diesel é também consumido nos modos aquaviário e ferroviário, nos setores público, comercial e agropecuário, além de sua utilização para geração de energia elétrica em sistemas isolados, interligados e na autoprodução. É importante destacar que em sua quase totalidade, os segmentos consumidores de diesel utilizam a mistura de diesel e biodiesel (diesel B). Em 1º de março de 2018, entrou em vigor a mistura de 10% em volume de biodiesel (B10) no diesel B⁵ (que é efetivamente comercializado).

Além das especificidades advindas com a mistura do biodiesel, o mercado de diesel possui diferentes especificações por teor de enxofre, atualmente sendo permitido o consumo de S10, S500, S1800 e S5000⁶, de acordo com o segmento demandante. Majoritariamente há o consumo de diesel S10 e S500 para uso rodoviário. O S1800 possui permissão de utilização apenas para os setores não rodoviários (*off-road*), como mineração a céu aberto, transporte ferroviário e geração de energia elétrica. Já o diesel S5000 é utilizado na formulação de combustível para embarcações (*bunker*).

Gráfico 12: Produção, demanda, importação e exportação de óleo diesel A



Fonte: EPE (2018)

⁵ A composição do óleo diesel atualmente consumido no País (B10) contém 90% de óleo diesel A, produto de origem fóssil.

⁶ Valores associados ao índice de concentração, medido em partes por milhão.

Entre as refinarias nacionais, a maior produção de óleo diesel A ocorre na Replan, com volume médio de 23,2 mil m³/dia em 2017. Destaca-se ainda a produção da RNEST, cujo esquema de refino foi planejado para maximizar a produção deste derivado, atingindo, em 2017, uma razão entre produção de diesel A e petróleo processado de 65%.

No horizonte até 2026, as projeções da EPE indicam um aumento na produção de óleo diesel decorrente da entrada em operação do 2º trem da RNEST (EPE, 2017). Ademais, o aumento do percentual obrigatório de biodiesel no diesel A contribuirá para diminuir as importações. No entanto, devido ao aumento da demanda interna, o Brasil seguirá com balanço negativo do diesel em todo o período, sendo a demanda por diesel A atendida, em parte, através da importação. Nos últimos anos, a importação cresceu substancialmente, conforme indicado no Gráfico 12, entre outros fatores, pela redução no processamento das refinarias.

2.2.6. Lubrificantes

Óleos lubrificantes podem ser definidos como substâncias que se interpõem entre superfícies, formando uma película que evita ou minimiza o atrito, diminuindo o desgaste. Os óleos lubrificantes apresentam características que lhes são conferidas pela composição e pelos aditivos, sendo as principais: reduzir o atrito e o desgaste; trocar calor; proteger contra corrosão; transmitir energia (fluidos hidráulicos) e refrigerar.

O componente principal de um óleo lubrificante acabado é o óleo básico, que pode ser de origem mineral (primeiro refino ou rerrefinado), sintética ou vegetal. É importante ressaltar que os óleos básicos lubrificantes são classificados pelo American Petroleum Institute (API) em seis grupos, com relação ao seu teor de hidrocarbonetos saturados, teor de enxofre e índice de viscosidade⁷. No parque de refino brasileiro, as unidades presentes na Reduc e na RLAM são capazes de produzir apenas óleos básicos do grupo I através da Rota Solvente⁸, enquanto a Lubrificantes e Derivados de Petróleo do Nordeste (Lubnor) produz óleo naftênico (grupo V), sendo estas as únicas refinarias no país com capacidade de produzir de lubrificantes.

⁷ Grupo I: óleo básico com teor de hidrocarbonetos saturados menor ou igual a 90% de seu peso, teor de enxofre maior ou igual a 0,03% de seu peso e índice de viscosidade entre 80 e 119;

Grupo II: óleo básico com teor de hidrocarbonetos saturados maior que 90% de seu peso, teor de enxofre abaixo de 0,03% de seu peso e índice de viscosidade entre 80 e 119;

Grupo III: óleo básico com teor de hidrocarbonetos saturados maior que 90% de seu peso, teor de enxofre abaixo de 0,03% de seu peso e índice de viscosidade maior ou igual a 120;

Grupo IV: PAOs (polialfaolefinas);

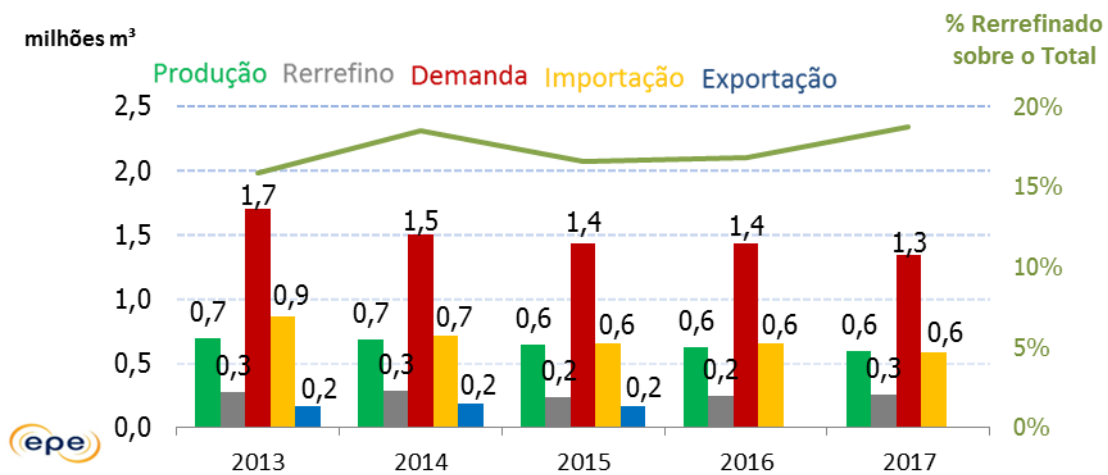
Grupo V: ésteres sintéticos / óleos naftênicos/outros;

Grupo VI: PIOs (poliolefinas internas);

⁸ Rota solvente: processo de produção de lubrificantes que envolve as etapas de destilação atmosférica, a vácuo e desasfaltação; desaromatização, desparafinação por solvente, com ou sem hidroacabamento.

O rerrefino é uma categoria de processos industriais de remoção de contaminantes, produtos de degradação e aditivos dos óleos lubrificantes usados ou contaminados, conferindo aos mesmos características de óleos básicos, que atendam às especificações técnicas (SINDIRREFINO, 2018). A cadeia da atividade do rerrefino envolve a logística reversa do óleo lubrificante usado ou contaminado (Oluc) até as empresas rerrefinadoras. Estas empresas em 2016 possuíam capacidade de processar 518,5 mil m³/ano de óleo usado (MMA, 2017). Em 2017, o volume ofertado de óleo básico lubrificante oriundo dos processos de rerrefino foi de 250,1 mil m³, equivalentes a 18% da demanda total do País (ANP, 2018b). O Gráfico 13 apresenta a produção nacional, o rerrefino, as importações e as exportações de lubrificantes entre 2013 e 2017.

Gráfico 13: Produção, rerrefino, importação e exportação de óleos básicos lubrificantes



Fonte: ANP (2018a), ANP (2018b), Lubes em Foco (2016) e Sindirrefino (2018).

Segundo a Petrobras, as três refinarias (Reduc, RLAM e Lubnor) capazes de produzir óleos básicos lubrificantes tem capacidade nominal de aproximadamente 800 mil m³/ano, embora a produção atual seja aproximadamente 600 mil m³/ano desde 2009. Nos próximos anos não se projetam novas unidades para produção de lubrificantes no País. Desta forma, como a demanda por óleos básicos lubrificantes não é atendida pela produção, o País se manterá importador destes derivados.

Cumprir ainda destacar que os padrões e especificações da ACEA (*Association des Constructeurs Européens d'Automobiles*) têm evoluído visando uma maior eficiência dos motores automotivos e com isso, elevando as exigências para os óleos lubrificantes de motor. Observa-se uma tendência de que cada vez mais óleos básicos dos grupos II e III sejam usados em detrimento aos do grupo I, por conferirem melhores propriedades ao produto final. Neste sentido, é possível que haja um aumento da dependência do Brasil por óleos básicos importados.

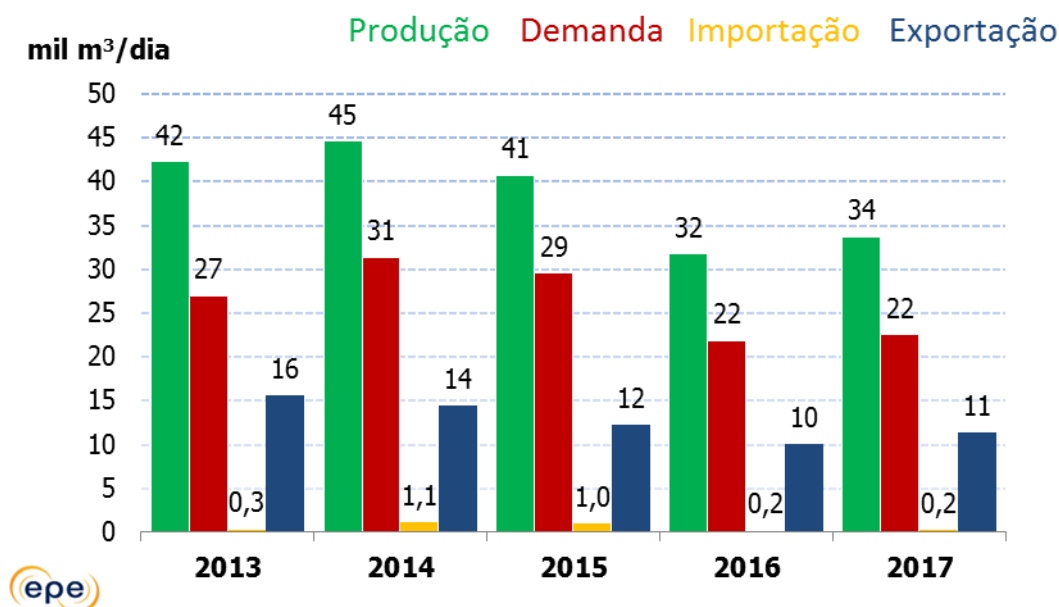
2.2.7. Óleo Combustível

O óleo combustível é um derivado menos valorizado que os principais combustíveis líquidos (GLP, gasolina, diesel e QAV), possuindo altos teores de enxofre e elevada viscosidade. Normalmente não se busca maximizar a produção de óleo combustível, sendo esta dependente da configuração da refinaria e do tipo de petróleo processado. Neste contexto, a RLAM é a refinaria que mais produz este derivado, seguida por Reduc e Revap, conforme será apresentado na Seção 3.3.

Os dois principais usos do óleo combustível são como fonte de energia em indústrias, em usinas termelétricas e como combustível para embarcações (*bunker* marítimo). Com relação a este segundo uso, há a indicação de que em 2020 a legislação internacional se tornará bem mais restritiva quanto ao teor de enxofre do *bunker*, possivelmente exigindo maior tratamento das correntes de óleo combustível dentro das refinarias, ou, alternativamente, com maior adição de óleo diesel de baixo teor de enxofre à mistura que forma o combustível marítimo.

Nos últimos cinco anos, a demanda de óleo combustível manteve-se praticamente estável e, mesmo com a redução no fator de utilização das refinarias nos anos de 2016 e 2017, com consequente redução na produção, ainda existe um excedente considerável, de modo que o Brasil foi superavitário em óleo combustível nos últimos anos, conforme indica o Gráfico 14.

Gráfico 14: Produção, demanda, importação e exportação de óleo combustível



Fonte: ANP (2018a) e EPE (2018)

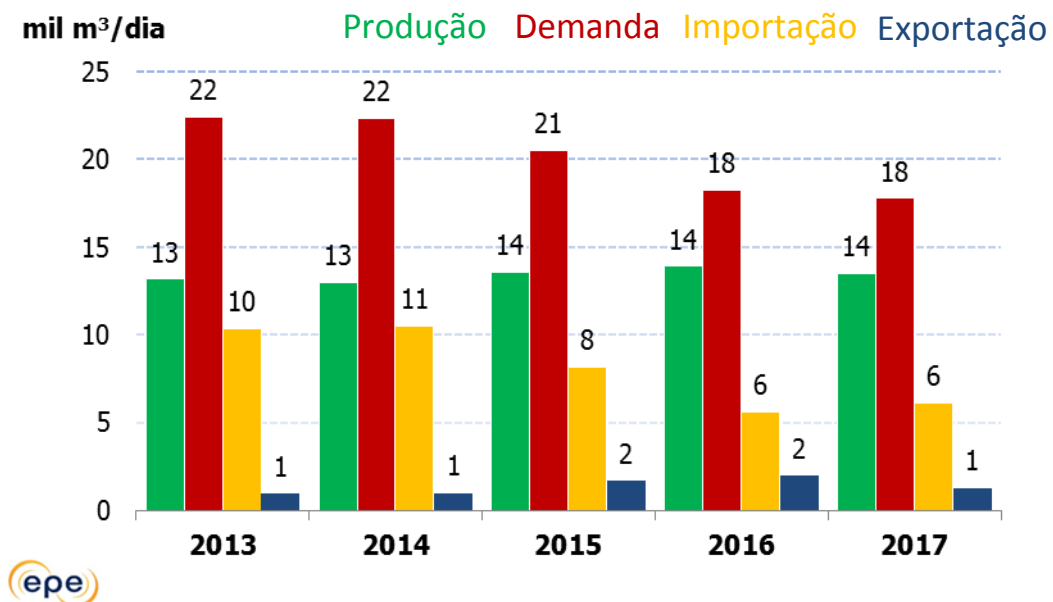
No cenário do PDE 2026 (EPE, 2017), o Brasil se mantém como exportador de óleo combustível durante os próximos dez anos, através da venda de *bunker* marítimo para embarcações internacionais.

2.2.8. Coque Verde de Petróleo (CVP)

O coque verde de petróleo (CVP) é produzido nas Unidades de Coqueamento Retardado (UCR) das refinarias de petróleo, que visam extrair frações mais leves e nobres de resíduos de destilações. O CVP é, portanto, um subproduto do processo de conversão, de baixo valor agregado, e a operação das refinarias não busca maximizar a produção deste derivado.

Os principais usos do CVP são como matéria-prima para a produção de ferro-gusa e como fonte energética para a produção de cimento (BR Distribuidora, 2017). Nos últimos dez anos, a produção nacional de CVP nas refinarias da Petrobras aumentou significativamente, saindo de 2,2 milhões de toneladas em 2007 para 4,2 milhões de toneladas em 2017. O consumo aparente brasileiro, no entanto, foi de 6,6 milhões de toneladas de coque em 2017, volume superior a produção nacional, o que confere ao País uma condição de importação líquida do produto. Em 2016 e 2017, as importações de coque ficaram em torno de 2,0 milhões de toneladas por ano, conforme indicado no Gráfico 15.

Gráfico 15: Produção, demanda, importação e exportação de CVP



Fonte: ANP (2018a) e EPE (2018)

Nota: A demanda se refere ao consumo aparente, obtida pela soma da produção em refinarias com os volumes importados, debitados os volumes exportados.

Como a principal característica do CVP produzido nas refinarias da Petrobras é o baixo teor de enxofre, a comercialização do produto é prioritariamente para as aplicações de maior valor no mercado, isto é, na calcinação, na siderurgia e para exportação (Petrobras, 2015). Por outro lado, as importações atendem majoritariamente os mercados para uso energético, como a indústria cimenteira. A maior produtora de CVP entre as refinarias do parque nacional é a Replan, cuja produção média em 2017 foi de aproximadamente 4.300 m³/dia.

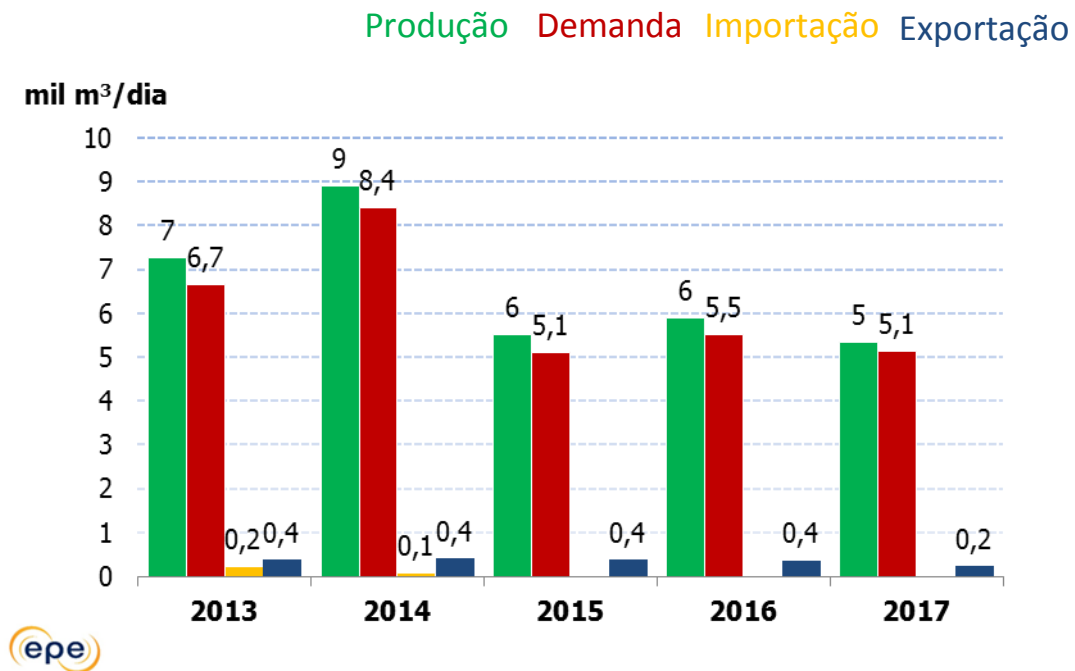
As projeções da EPE para o horizonte 2017-2026 (EPE, 2017) indicam a manutenção desse cenário de importação de coque. Do lado da oferta, a entrada em operação do 2º trem da RNEST pode conferir um aumento substancial na produção nacional de CVP. Enquanto, do lado da demanda, é esperada uma retomada na atividade da indústria para os próximos anos e, conseqüentemente, aumento do consumo de coque no País.

2.2.9. Asfaltos

O termo asfaltos compreende uma série de derivados do petróleo, tais como: cimentos asfálticos, asfaltos diluídos, emulsões asfálticas e asfaltos modificados. Desses, os cimentos asfálticos são os mais representativos no mercado nacional.

Por necessitar de constante aquecimento durante o seu transporte, os asfaltos possuem elevados custos logísticos inerentes às suas movimentações. Ademais, os asfaltos são um produto de baixo valor agregado e a operação das refinarias não busca maximizar sua produção, sendo basicamente para atender à demanda do País, com importações e exportações apenas pontuais, como mostra o Gráfico 16.

Gráfico 16: Produção, demanda, importação e exportação de asfaltos



Fonte: ANP (2018a) e EPE (2018)

Nota: A demanda se refere ao consumo aparente, obtida pela soma da produção em refinarias com os volumes importados, debitados os volumes exportados.

Ao comparar a maior produção histórica de asfalto, de 9 mil m³/d em 2014, com a demanda máxima projetada para um horizonte de dez anos, também de 8,8 mil m³/d em 2026, nota-se que o parque nacional de refino possui capacidade para pleno atendimento do mercado doméstico. Não obstante, é importante destacar que a capacidade nominal de produção de asfaltos, de 13 milhões m³/d, permanecerá a mesma até 2026, uma vez que não se considera nenhum novo investimento em unidades produtivas deste derivado ao longo do período analisado no PDE 2026 (EPE, 2017).

2.3. Parque de refino nacional

O parque de refino brasileiro é composto por 17 refinarias, possuindo uma capacidade de processamento de aproximadamente 2,3 milhões de barris por dia. Atualmente, 98% dessa capacidade é operada pela Petrobras. Nesta Seção, apresentar-se-á um panorama do refino brasileiro por região geográfica do País, mostrando a localização e a capacidade das refinarias bem como explicitando aspectos importantes do abastecimento.

2.3.1. Região Sudeste

A região Sudeste possui a maior capacidade instalada de refino do País, com sete refinarias em operação, conforme ilustrado na Figura 3. É uma região superavitária quando se compara a produção e o consumo de derivados de petróleo, em função principalmente da capacidade de processamento instalada no estado de São Paulo, que possui quatro refinarias em operação e é responsável por aproximadamente 40% do total da produção nacional. São Paulo possui ainda uma importante malha de dutos, permitindo movimentações de derivados entre as refinarias, terminais e bases. Com relação à infraestrutura portuária para movimentações de derivados, seja para abastecimento de outros estados, seja para importação, destaca-se o Porto de Santos.

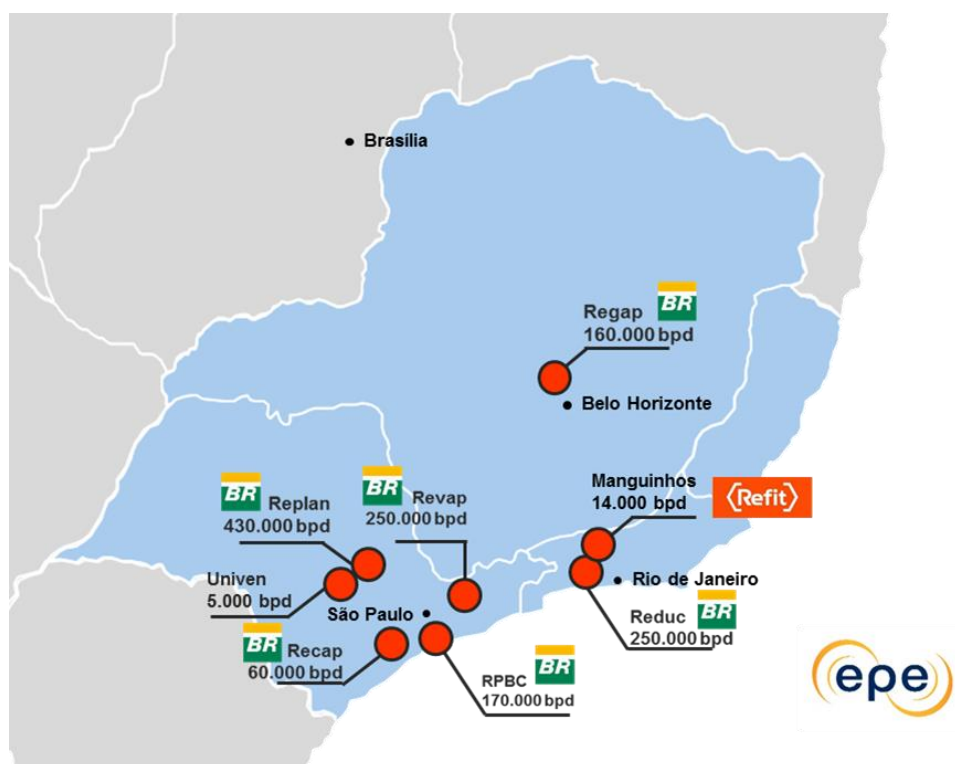


Figura 3: Parque de refino da região Sudeste

Fonte: Elaboração própria.

A Figura 4 ilustra o perfil de produção de derivados das principais refinarias da região Sudeste:

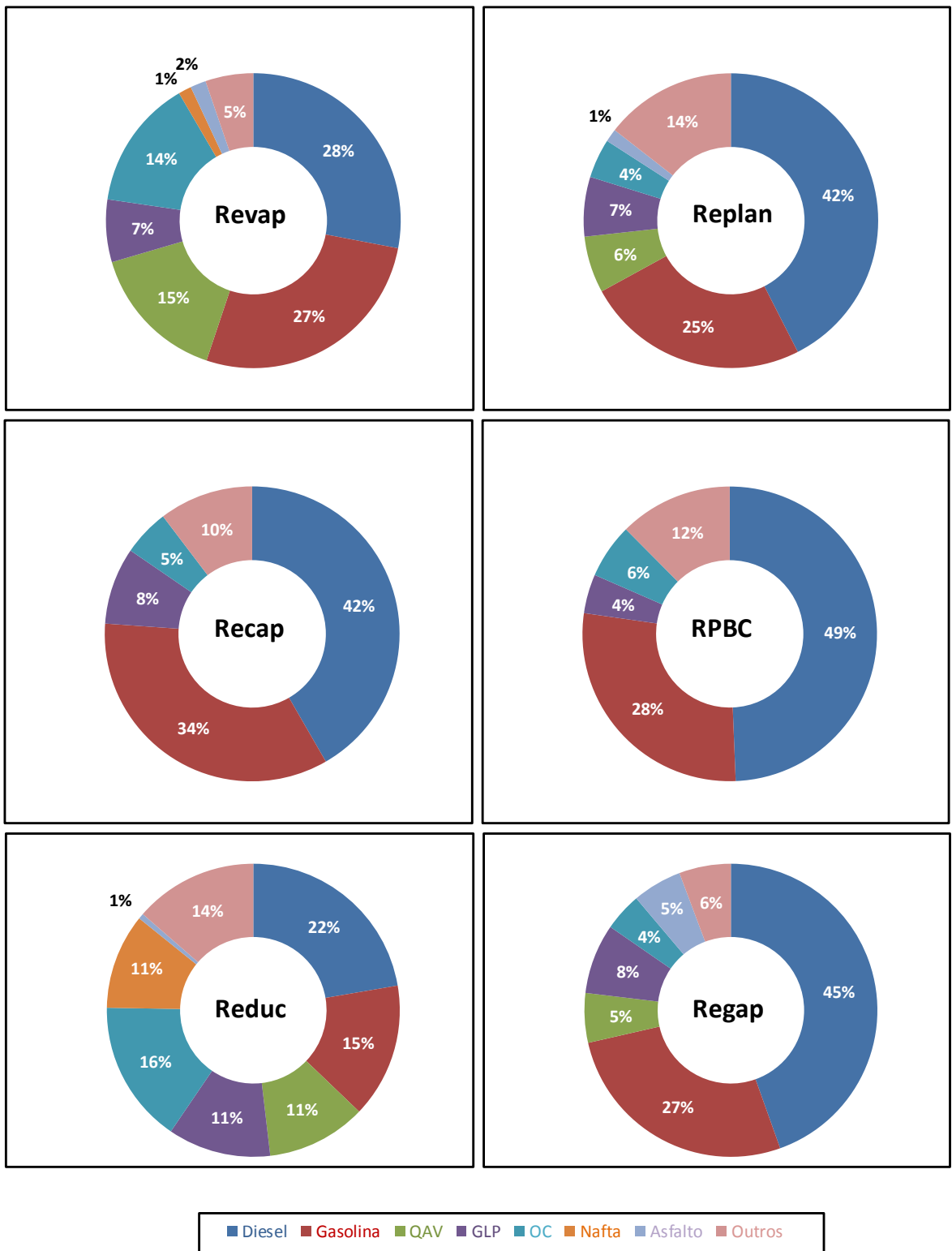


Figura 4: Produção percentual de derivados nas principais refinarias do Sudeste em 2017

Fonte: ANP (2018a)

Nota: As operações da refinaria Univen se encontram suspensas desde março de 2014. A refinaria de Manguinhos operou no ano de 2017 sem processar petróleo, e sim outras cargas como condensados, naftas e aromáticos para formular gasolina A.

É possível notar que Replan, Regap, RPBC e Recap operam de modo a produzir grandes volumes de óleo diesel, até porque parte desta produção é internalizada para as regiões Centro-Oeste e Norte. Destaca-se novamente a produção de QAV na Reduc e na Revap, que abastecem os dois principais aeroportos do Brasil (Guarulhos e Galeão) através de dutos. A Reduc tem outro papel importante no refino nacional ao produzir óleos básicos lubrificantes, sendo a única no Sudeste a produzir tais derivados. Quanto à gasolina, nota-se que com exceção da Recap, que possui produção percentualmente maior, as outras refinarias da região produzem com percentuais bastante próximos.

2.3.2.Região Centro-Oeste

A região Centro-Oeste do Brasil não possui refinarias, tendo a maior parte de sua demanda atendida por derivados oriundos da região Sudeste. O crescimento da atividade do agronegócio no Centro-Oeste também tem contribuído para o aumento da demanda por derivados da região, principalmente por óleo diesel.

O oleoduto Osbra liga a refinaria de Paulínia (Replan) aos terminais terrestres de Senador Canedo (GO) e Brasília (DF) e tem um papel importante no abastecimento da região. No entanto, o referido poliduto tem operado próximo à saturação nos últimos anos.

2.3.3.Região Sul

O Sul do País se apresenta dentro do contexto de refino e abastecimento como uma das regiões mais equilibradas, ou seja, em que o consumo e a demanda se mantêm próximos. Por ser uma região mais afastada das principais áreas deficitárias de derivados do País, e também distante de pontos internacionais de oferta (como o Golfo do México), as refinarias da região Sul tendem a atuar dentro do seu limite regional. Contudo, eventualmente atendem o Mato Grosso do Sul ou expedem cargas de derivados para outras regiões via cabotagem.

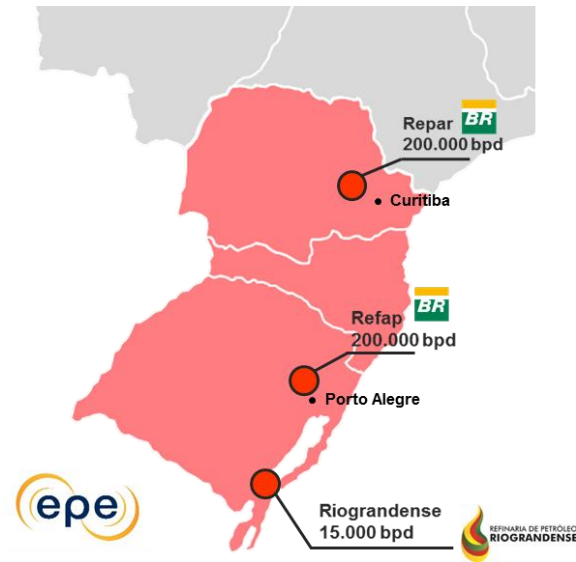


Figura 5: Parque de refino da região Sul

Fonte: Elaboração própria

O perfil de produção de derivados das refinarias da região Sul é mostrado na Figura 6:

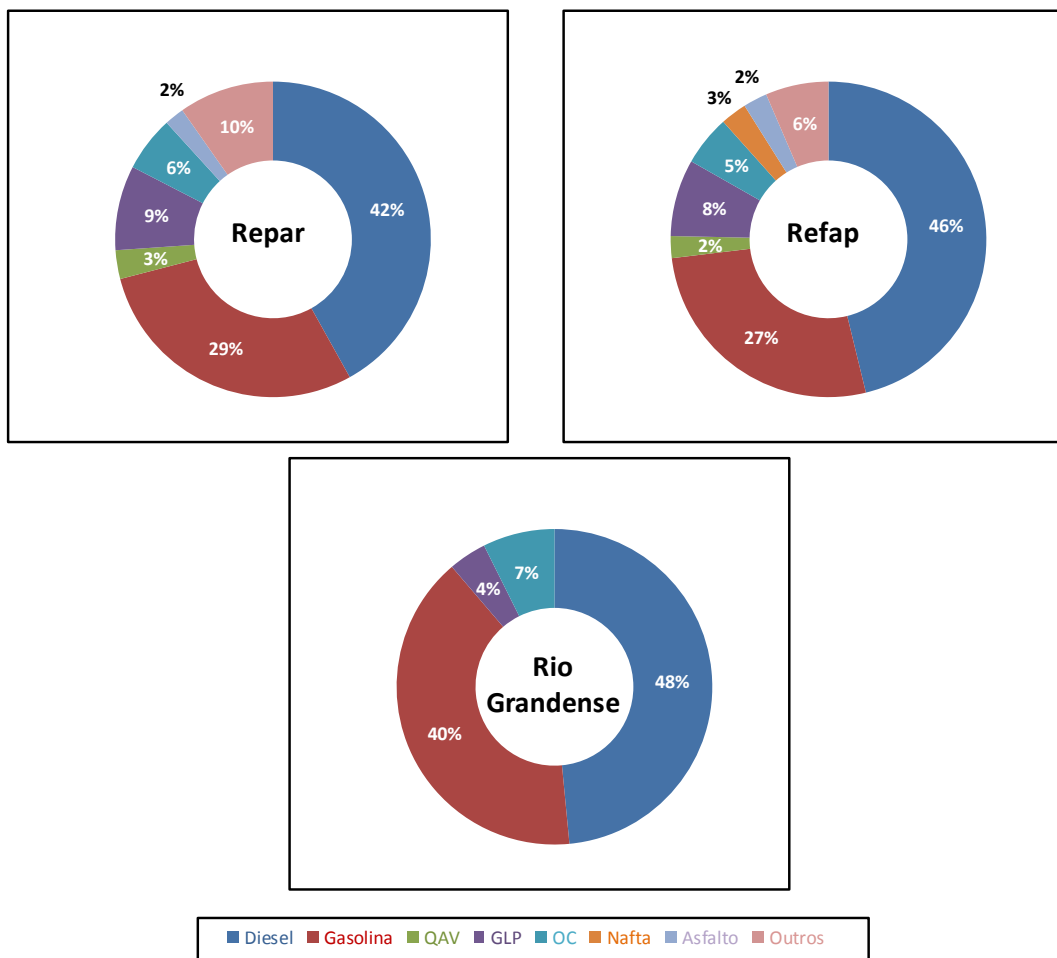


Figura 6: Produção percentual de derivados nas refinarias da Região Sul em 2017

Fonte: ANP (2018a)

As duas principais refinarias da região Sul (Repar e Refap) operam produzindo mais de 40% de óleo diesel em volume, em detrimento ao QAV que é produzido em baixos percentuais. É possível perceber que as duas refinarias possuem perfis de produção semelhantes, voltados ao abastecimento do mercado regional, como mencionado anteriormente. O percentual de participação de gasolina na produção de ambas as refinarias é próximo a 30%, e o GLP, produzido principalmente na unidade de craqueamento catalítico fluidizado, que ambas as refinarias possuem, fica em níveis próximos a 10%.

2.3.4.Região Nordeste

O Nordeste possui cinco refinarias, sendo duas de grande porte (RLAM e RNEST) e a RPCC de porte médio, conforme apresentado na Figura 7, além das refinarias de pequeno porte Dax Oil e Lubnor. A região é deficitária nos principais derivados, uma vez que a produção destas refinarias é incapaz de atender a demanda da região. Existe a previsão de entrada em operação do 2º trem da RNEST na primeira metade da década de 2020, que adicionaria mais 115 mil barris por dia de capacidade à região. Há também tratativas preliminares com agentes privados visando atrair investimento em refinarias, principalmente nos estados do Ceará e Maranhão. Atualmente, os portos de Itaqui (São Luís - MA) e Suape (Ipojuca - PE) são essenciais na garantia do abastecimento, recebendo derivados importados ou de outras regiões do Brasil, através de cabotagem, principalmente da região Sudeste.

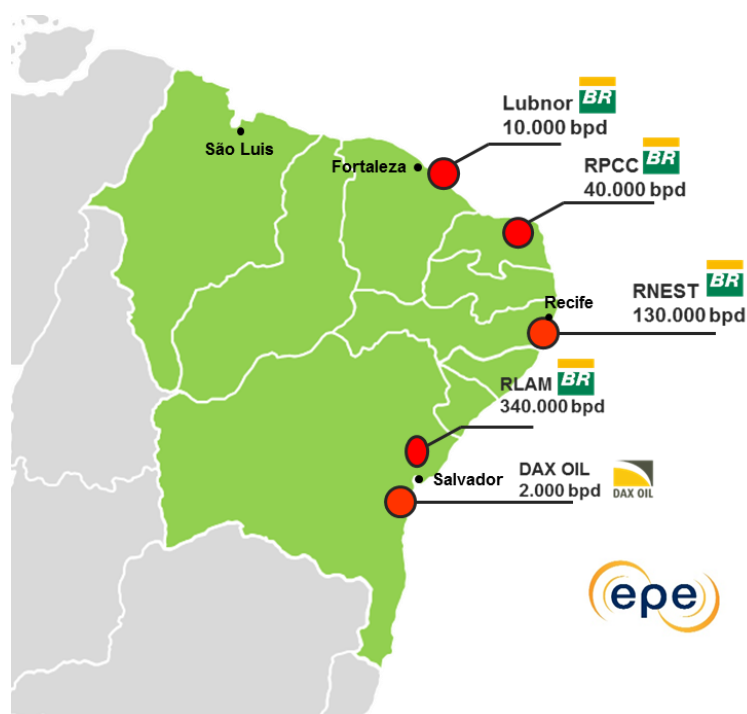


Figura 7: Parque de refino da região Nordeste

Fonte: Elaboração própria

O perfil de produção de derivados das refinarias da região Nordeste é mostrado na Figura 8:

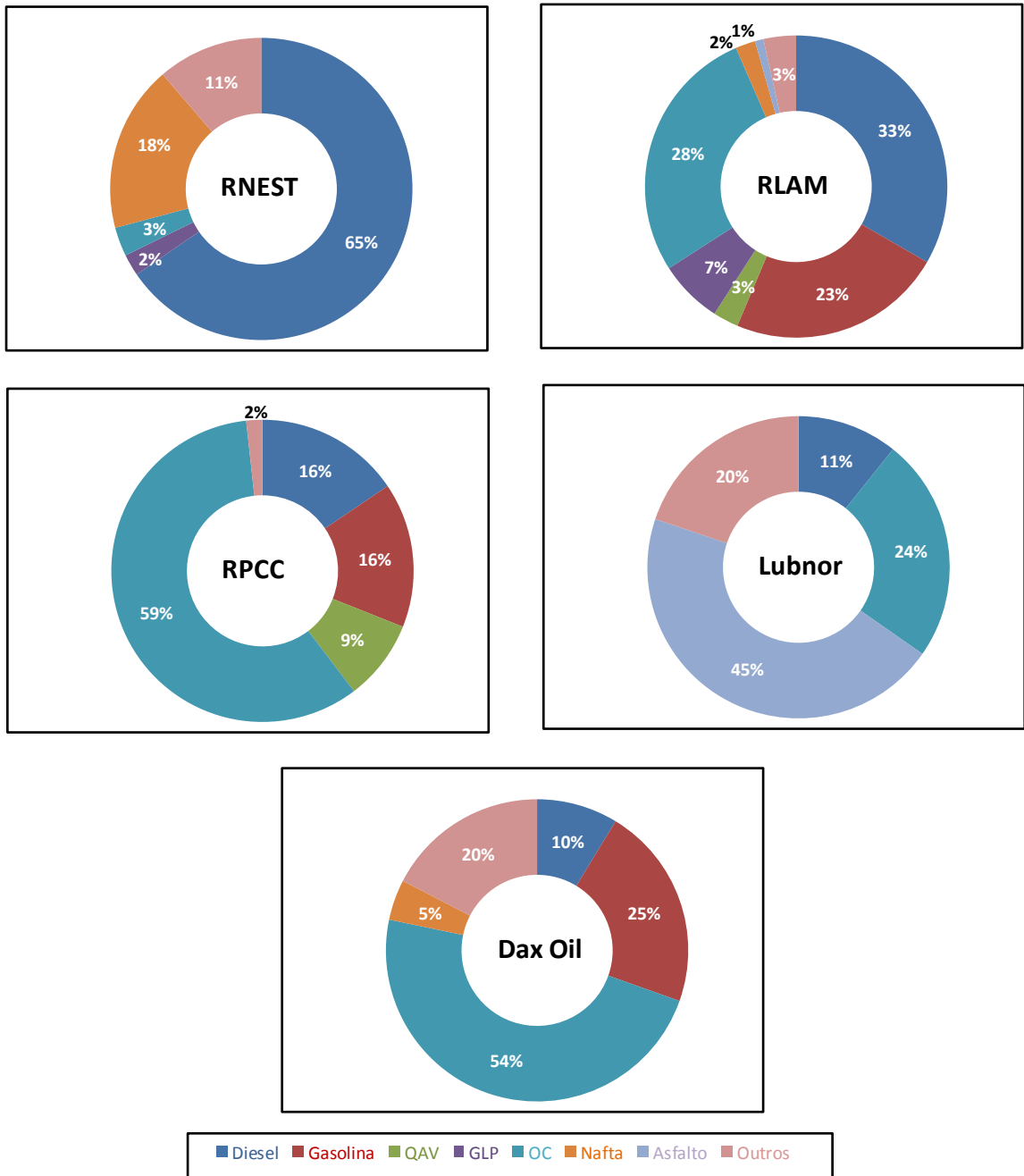


Figura 8: Produção percentual de derivados nas refinarias do Nordeste em 2017

Fonte: ANP (2018a)

Uma análise das três principais refinarias do Nordeste (RNEST, RLAM e RPCC) permite identificar o baixo percentual de GLP produzido na RNEST e na RPCC, refinarias que não possuem unidade de craqueamento catalítico em leito fluidizado. Destaca-se também a alta participação percentual da produção de óleo combustível na RLAM e na RPCC (esta última por ser uma refinaria sem unidade de coqueamento retardado ou outro processo de conversão para derivados de baixo valor agregado). A produção de gasolina, se comparada às refinarias que maximizam a produção deste derivado, também é pequena e não atende à demanda da região. Quanto ao diesel, pode-se observar a elevada participação deste derivado na produção da RNEST, resultado do esquema de processamento desta refinaria.

2.3.5.Região Norte

A região Norte do País possui uma única refinaria, em Manaus (Reman), com capacidade de processamento de 45 mil barris por dia (Figura 9) e que processa o petróleo (*onshore*) produzido na região amazônica. Em 2017, a Reman operou com um fator de utilização de 63%, processando 71% de petróleo proveniente de Urucu e 29% de outras regiões (recebido via cabotagem).

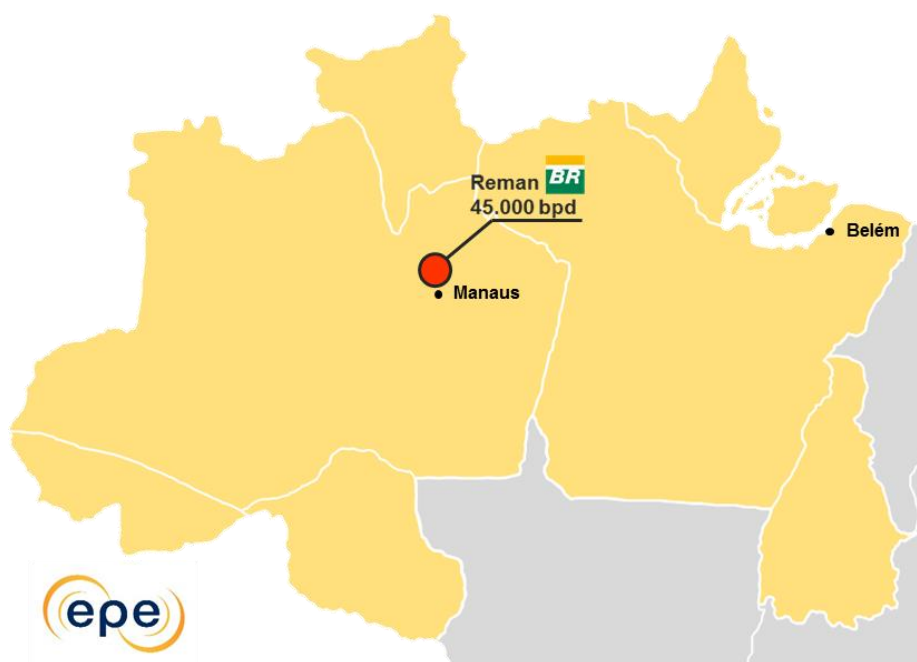


Figura 9: Parque de refino da região Norte

Fonte: Elaboração própria

O perfil de produção de derivados da Reman é mostrado na Figura 10:

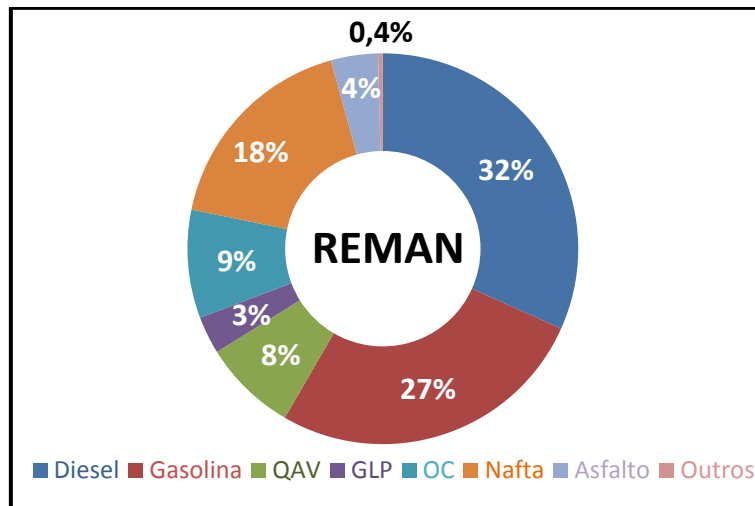


Figura 10: Produção percentual de derivados na Reman em 2017

Fonte: ANP (2018a)

É possível notar que a Reman possui um perfil diversificado quanto à produção de derivados, voltado a atender o mercado regional. A Reman não possui unidades para que sua corrente de nafta possa atingir as especificações da gasolina. Desta forma, para produzir gasolina, necessita de nafta reformada de outras refinarias. Com relação ao diesel, destaca-se que é a única refinaria do País que continua produzindo o diesel S1800 (*off road*), que representa menos de 1% da produção de diesel nacional e tem uso restrito, podendo ser usado, por exemplo, em pequenas termelétricas.

3. Panorama da petroquímica no Brasil

Assim como o segmento de refino, a indústria petroquímica é importante para o País, sendo geradora de emprego e propulsora de uma longa cadeia na economia. É uma importante fonte de arrecadação de tributos, além de área com elevado potencial de inovação e desenvolvimento tecnológico. Sua competitividade está associada à matéria-prima competitiva e energia barata. Fatores importantes para essa indústria são a infraestrutura e logística, o investimento em pesquisa e desenvolvimento e a qualificação de sua mão-de-obra. Os investimentos na indústria petroquímica são de longa maturação, exigem contratos de longo prazo, e são intensivos em capital.

A cadeia petroquímica é organizada em produtores de primeira, segunda e terceira geração com base na transformação de diversas matérias-primas ou insumos. A Figura 11 apresenta a estrutura dessa indústria.

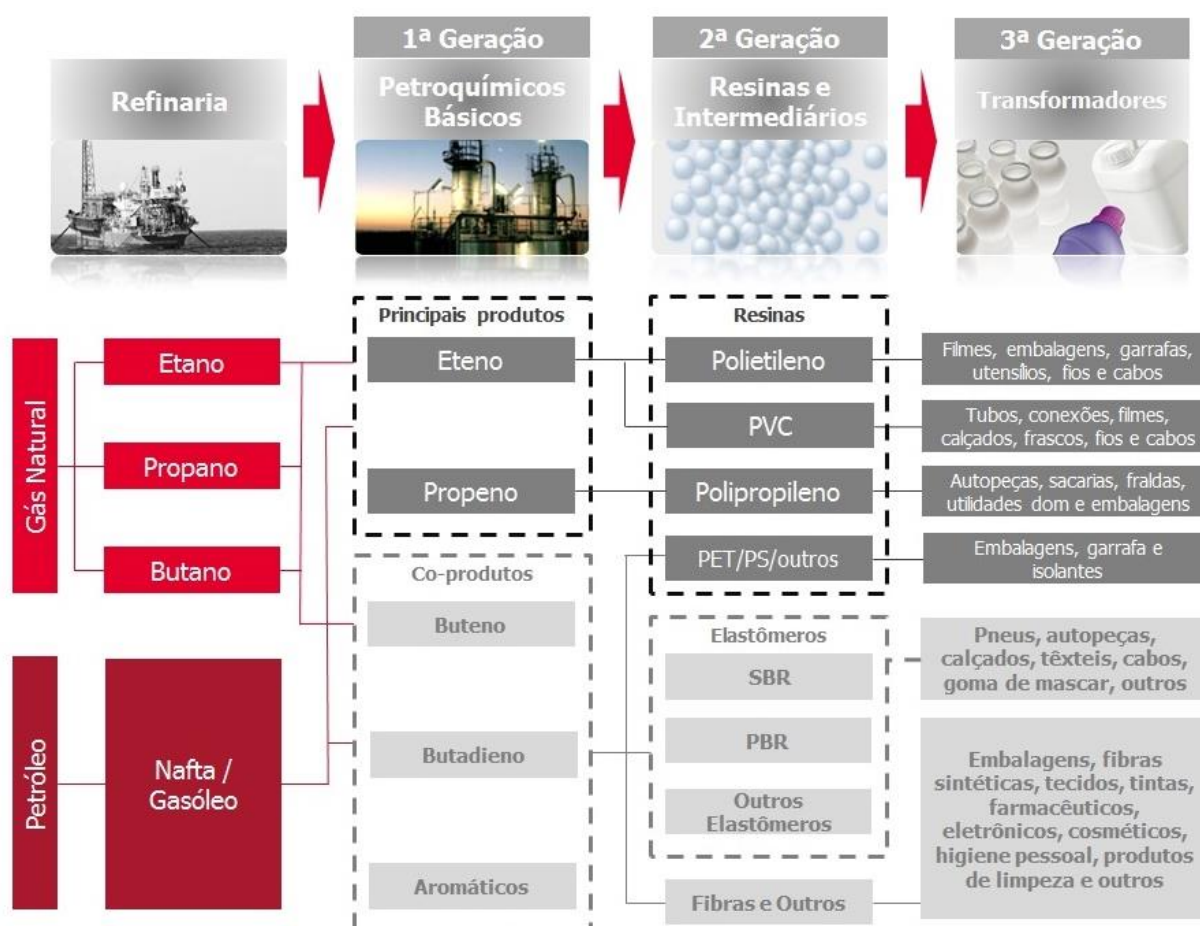


Figura 11: Cadeia produtiva da indústria petroquímica

Fonte: Braskem (2016)

Os produtores de 1ª geração são responsáveis pela fabricação de petroquímicos básicos, resultantes da primeira transformação de matérias-primas (nafta, etano, propano, butano) principalmente em olefinas (eteno, propeno e butadieno) e aromáticos (benzeno, tolueno e xilenos).

Na sequência da cadeia produtiva da indústria petroquímica, a 2ª geração é responsável pela produção de petroquímicos intermediários, resinas termoplásticas, elastômeros, fibras, etc.

Os produtores de 3ª geração, conhecidos como transformadores, recebem os produtos petroquímicos intermediários (por exemplo, as resinas termoplásticas) e transformam em produtos finais, como embalagens, componentes plásticos para indústria automobilística, entre outros.

O setor de transformados plásticos reúne mais de 11 mil empresas distribuídas em todo o Brasil. Na maioria (94%) são micro e pequenas empresas (Abiplast, 2018a). Segundo os dados da ABRE (2018), os plásticos representam a segunda maior participação no valor da produção física de embalagens, correspondendo a 35% do total, perdendo apenas para papel com 40,5% (somado os setores de papelão e papel cartão). As demais participações são metálicas, com 15,1%, vidro, com 8% e madeira, com 1,4%.

Vale destacar a participação dos setores consumidores de artigos plásticos no Brasil, em especial o setor de construção civil, alimentos e bebidas, automóveis e autopeças e artigos de comércio em atacado e varejo que representam juntos aproximadamente 61,5% do mercado doméstico, como pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2: Setores consumidores de artigos plásticos

Setor	Participação
Construção Civil	25,3%
Alimentos	18,7%
Automóveis e autopeças	7,7%
Artigos de Comércio em Atacado e Varejo	10,1%
Máquinas e equipamentos	5,7%
Produtos de metal	5,8%
Bebidas	5,9%
Móveis	4,6%
Papel, celulose e impressão	3,1%
Perfumaria, higiene e limpeza	3,1%
Agricultura	2,9%
Eletrônicos	2,2%
Químicos	2,5%
Outros	2,4

Fonte: Adaptado a partir de Abiplast (2018a).

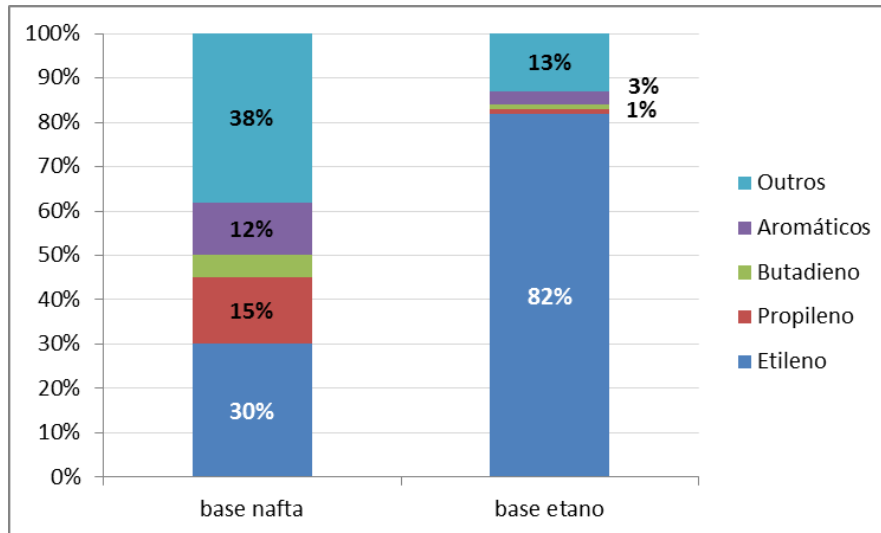
Existem diversas oportunidades para o desenvolvimento de novas aplicações de transformados plásticos no mundo e no Brasil, como por exemplo, a criação de embalagens ativas que interagem com o produto, proporcionando ainda mais proteção; embalagens inteligentes capazes de apresentar informações sobre qualidade do produto, e embalagens sustentáveis pensadas para facilitar e promover a reciclabilidade, feitas com material reciclável, ou ainda produzidas a partir de matérias-primas renováveis.

Neste cenário, as empresas da indústria química precisarão contribuir com a busca de fontes de matérias-primas limpas e renováveis. O desenvolvimento de novas rotas biotecnológicas para produção de químicos a partir destas fontes se insere em um contexto de enfrentamento dos desafios resultantes do aumento populacional, da crescente urbanização, da utilização exagerada dos recursos naturais, da dependência dos recursos fósseis e das incertezas relacionadas às mudanças climáticas em uma escala global.

O País conta com possibilidades concretas de ser uma localização relevante para a indústria mundial nos novos processos biotecnológicos para produção de químicos derivados de biomassas de fontes renováveis, complementando os provenientes de fontes petroquímicas. Atualmente, já existem algumas iniciativas no mercado de produtos petroquímicos “verdes”. O polietileno, por exemplo, já apresenta uma unidade com escala de 200 mil toneladas por ano com o etanol como matéria-prima

central da Braskem em Triunfo/RS. Apesar das iniciativas e perspectivas da indústria, atualmente a petroquímica utiliza como insumos principal a nafta originada do petróleo e o etano obtido do gás natural. A matéria-prima utilizada em uma indústria petroquímica de primeira geração afeta diretamente o perfil de petroquímicos básicos obtidos, conforme apresentado no Gráfico 17.

Gráfico 17: Comparativo entre o perfil de produção de unidades de craqueamento base etano e base nafta



Fonte: ATKEARNEY (2014)

Uma unidade de craqueamento base etano possui uma operação mais simples, é menos intensiva em capital e menos agressiva ao meio ambiente do que a rota da nafta. Por outro lado, a utilização da nafta possibilita a produção de um amplo espectro de olefinas⁹ e aromáticos¹⁰, enquanto o gás natural é utilizado, especialmente, para a produção de eteno.

Novos projetos da indústria petroquímica no mundo tendem a utilizar frações de gás natural como insumo da produção. Em particular, o uso do etano como matéria-prima tem aumentado, sobretudo no Oriente Médio e nos Estados Unidos, em função do aumento da sua disponibilidade e pela diferença entre o preço do gás natural e da nafta¹¹. O Brasil, no entanto, não acompanhou esse movimento. A demanda maior que a oferta doméstica, além de limitações na infraestrutura de transporte e de fracionamento do gás natural são algumas das justificativas para que o País não tenha ampliado a participação dessa matéria-prima na petroquímica. A busca por matérias-primas mais

⁹ As olefinas são hidrocarbonetos alifáticos insaturados, apresentando, em sua molécula, uma ligação dupla entre seus átomos de carbono. Na cadeia petroquímica, são os produtos gerados pela 1ª geração como eteno, propeno, butadieno, entre outros.

¹⁰ BTX é a sigla utilizada para identificar os petroquímicos básicos aromáticos e significa, respectivamente, benzeno, tolueno e xilenos.

¹¹ Em particular, no mercado norte-americano, a inovação tecnológica que permitiu a produção do gás de folhelho (*shale gas*) trouxe uma nova dinâmica para a oferta de gás natural, refletindo em redução dos preços e aumento de sua competitividade como matéria-prima petroquímica.

baratas representa um caminho para aumento da competitividade e surgimento de novos investimentos no segmento petroquímico. Vale lembrar que, nos últimos anos, com a redução dos investimentos e uma crescente demanda por produtos petroquímicos no País, houve um aumento do déficit dessas transações na Balança Comercial brasileira.

De acordo com EPE (2017), a oferta de gás natural se intensificará com a entrada em operação de campos produtores do pré-sal, de modo que, havendo investimentos em infraestrutura e avanços regulatórios, novos projetos com base etano poderiam ser viabilizados. De acordo com BAIN COMPANY & GAS ENERGY (2014), o pré-sal possui um potencial futuro de 70 MM m³/dia de gás natural, que usados como matéria-prima poderiam viabilizar novas centrais petroquímicas com craqueadores de escala global (com investimento da ordem de US\$6 bilhões cada), verticalizando a indústria petroquímica nacional e obtendo produtos de maior valor agregado. Para isso, contudo, é necessária a competitividade dos preços de gás natural, uma vez que estes representam entre 50% a 80% dos custos de uma indústria química de transformação. Ressalta-se que os custos, tanto de produção quanto de transporte do gás natural produzido na área de partilha são altos comparados com o *shale gas* americano e o gás natural disponibilizado em *hubs* europeus, sendo este um desafio a ser enfrentado pela indústria nacional.

3.1. Matérias-primas

O processo de produção de petroquímicos básicos predominantemente utilizados por produtores de primeira geração é o craqueamento de hidrocarbonetos, cuja origem pode ser a nafta petroquímica (fração obtida pela destilação do petróleo) ou etano (obtido por separação do gás natural). Outros processos a partir da recuperação de correntes do gás de refinaria, etanol e carvão também podem ser utilizados para a obtenção de petroquímicos básicos. A participação das principais matérias-primas varia entre países e regiões, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Participação de nafta e gás natural na indústria petroquímica de diferentes países em 2016

	Nafta	Gás Natural
Estados Unidos	27%	73%
União Europeia	81%	19%
Japão	97%	3%
Brasil	92%	8%

Fonte: Bradesco (2017)

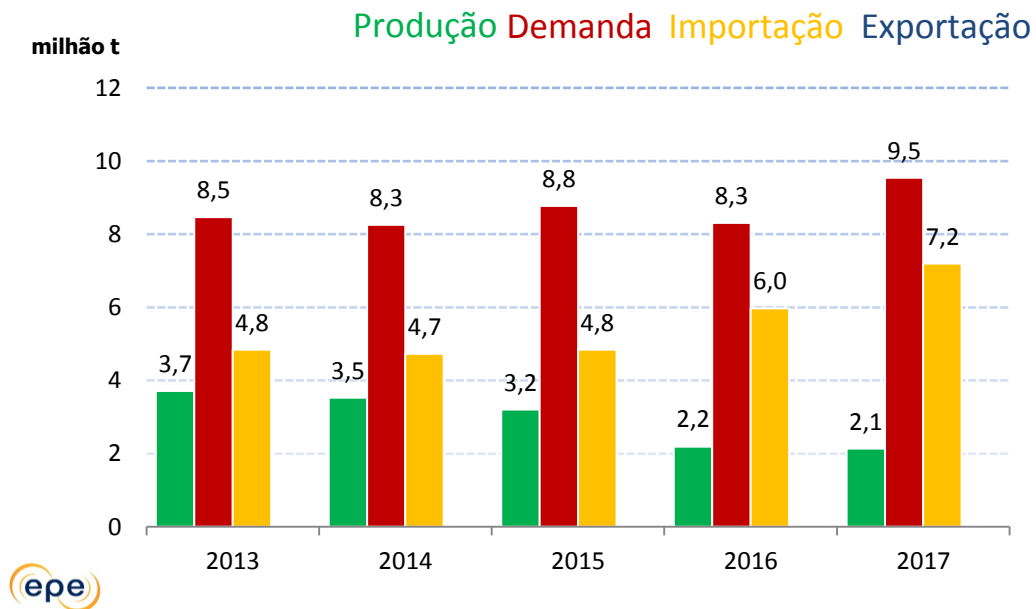
Como anteriormente indicado, o gás natural ganhou competitividade nos EUA, o que permitiu atingir a marca de 73% do insumo para o seu mercado petroquímico. A indústria petroquímica nacional é pautada majoritariamente na base nafta, tal como ocorrido na União Europeia e no Japão.

3.1.1. Nafta petroquímica

No Brasil, o consumo de nafta petroquímica é de, aproximadamente, 9,0 milhões de toneladas por ano. No entanto, a produção nacional, advinda das refinarias da Petrobras, é inferior ao volume demandado, o que torna o País um importador líquido dessa matéria-prima.

Devido ao uso expressivo da nafta para produção de gasolina (explicado previamente na seção 3.2.6) e as limitações de oferta, as importações de nafta para uso petroquímico mais do que dobraram nos últimos dez anos. O volume de importações, que era de 2,9 milhões de toneladas em 2007, cresceu para 7,3 milhões de toneladas em 2017, conforme indicado no Gráfico 18.

Gráfico 18: Produção, demanda, importação e exportação de nafta petroquímica



Fonte: ANP (2018a) e EPE (2018)

Os principais terminais de entrada da nafta no Brasil são Aratu/BA, Osório/RS e São Sebastião/SP, enquanto os principais países fornecedores são Argélia, Argentina, Estados Unidos e Venezuela. Segundo ANP (2018a), a última carga significativa de nafta exportada pelo Brasil, de 50 mil m³, ocorreu em janeiro de 2009.

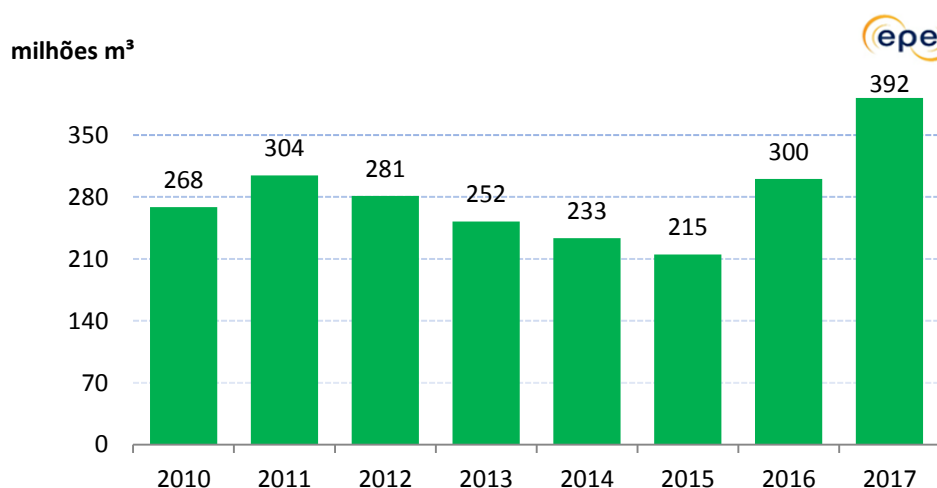
As projeções da EPE para horizonte até 2026 (EPE, 2017) indicam a manutenção desse cenário de importação. Do lado da oferta, a entrada em operação do 2º trem da RNEST pode conferir um pequeno aumento na produção nacional de nafta. Com relação à demanda, não estão previstas ampliações nas centrais existentes ou entrada de novas unidades consumidoras de nafta para os próximos anos.

3.1.2. Etano e propano

O gás natural oriundo da Bacia de Campos é processado no sistema Terminal Cabiúnas (Tecab) - Reduc, composto pelas Unidades de Recuperação de Líquidos (URLs) do Tecab e Unidades de Fracionamento de Líquidos (UFLs) da Reduc. Seus principais produtos são: gás natural para comercialização, GLP, corrente C5+¹², bem como etano e propano para atendimento à demanda petroquímica.

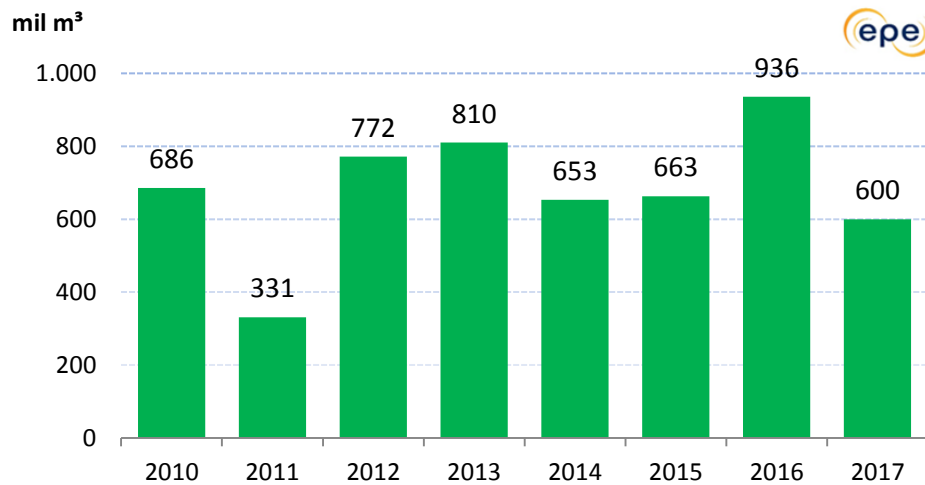
O consumo de etano e propano como matérias-primas petroquímicas é realizado na unidade da Braskem em Duque de Caxias/RJ, a mais recente das centrais, com início de operação em 2005. Os Gráficos 19 e 20 apresentam a produção nacional de etano e propano desde 2010.

Gráfico 19: Produção nacional de etano (volumes no estado gasoso)



Fonte: ANP (2018)

¹² A corrente C5+ corresponde comumente a corrente de componentes de hidrocarbonetos entre pentano (C5) e dodecano (C12), encontrados em menores quantidades no gás natural.

Gráfico 20: Produção nacional de propano (volumes no estado líquido)


Fonte: ANP (2018)

Segundo BAIN COMPANY & GAS ENERGY (2014), o potencial de produção de etano e propano nas UPGNs existentes (exceto sistema Tebar - Reduc) não deve ser considerado, uma vez que a decisão de investir em unidades de separação depende do volume necessário para abastecer uma unidade de craqueamento de escala mundial e/ou da existência de uma infraestrutura de distribuição suficientemente abrangente, capaz de suprir o complexo petroquímico.

3.2. Indústria petroquímica nacional

Atualmente, a indústria petroquímica brasileira de 1ª geração é composta por quatro centrais petroquímicas pertencentes à Braskem e localizadas nos municípios de Camaçari/BA, Triunfo/RS, Mauá/SP e Duque de Caxias/RJ, conforme indicado na Figura 12, totalizando uma capacidade de produção anual de 4,0 milhões de toneladas de eteno. Os demais petroquímicos básicos produzidos nessas centrais são: propeno, butadieno, benzeno, tolueno, xilenos, dentre outros (Braskem, 2018a).

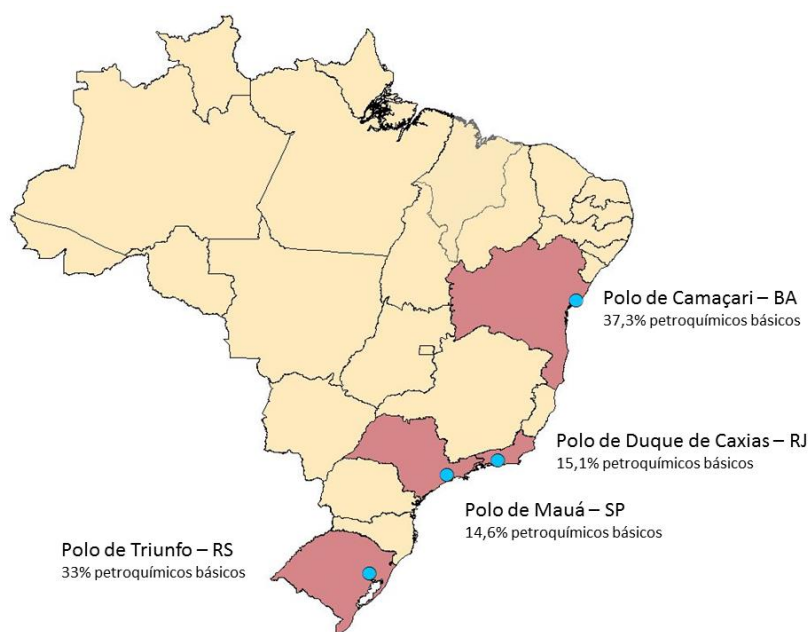


Figura 12: Polos petroquímicos no Brasil

Fonte: Elaboração própria a partir de Braskem (2018a)

As centrais de Camaçari/BA, Triunfo/RS e Mauá/SP possuem a nafta como principal matéria-prima para a produção dos petroquímicos básicos, enquanto a central de Duque de Caxias/RJ utiliza etano e propano como carga. Destaca-se que a central da Braskem em Triunfo/RS contém uma unidade de produção de *eteno verde*, produzido a partir de etanol, e que a central de Santo André/SP processa hidrocarbonetos leves de refinaria¹³(HLR) como carga.

Além das centrais petroquímicas, a produção de petroquímicos básicos também pode ser obtida em refinarias de petróleo. No Brasil, destaca-se a produção de propeno, benzeno e tolueno.

A indústria de segunda geração é o destino da produção das centrais petroquímicas (olefinas e aromáticos) e se concentra próxima às centrais de matéria-prima e à produção dos petroquímicos básicos, formando os pólos petroquímicos. Entre as principais empresas de 2º geração que possuem unidades de produção no Brasil, destacam-se BASF, Braskem, Dow, Elekeiroz, Innova, Lanxess, Oxiteno, PetroquímicaSuape e Unigel.

¹³ Hidrocarbonetos leves de refinaria são os gases de refinarias (Hidrogênio, Metano, Corrente C2, Corrente C3, Corrente C4, Fração C5 +) oriundos das unidades de Craqueamento Catalítico e Coqueamento Retardado.

O setor de transformação dos termoplásticos é entendido como o terceiro elo da cadeia petroquímica convertendo os materiais da 2ª geração em produtos plásticos para as mais variadas aplicações, como embalagens para alimentos, itens para a construção civil, peças automotivas, produtos eletroeletrônicos e hospitalares. A indústria brasileira de transformação de material plástico conta com quase um século de existência e tem alta representatividade no progresso socioeconômico do País.

A produção nacional de componentes plásticos influencia praticamente todas as cadeias produtivas como consequência da presença, de alguma forma, desses itens na maioria dos produtos utilizados pela sociedade atualmente¹⁴.

Os materiais plásticos vêm substituindo diversos tipos de materiais como aço, vidro e madeira devido as suas características de baixo peso, baixo custo, elevadas resistências mecânica e química, facilidade de aditivação, sendo 100% recicláveis. As importações destes produtos representam quase 10% do total de plástico consumido no Brasil, com a China como principal país de origem.

Considerando os dados mais recentes, cabe destacar que apenas o plástico e papel/papelão, dentre as cinco classes de materiais pertencentes ao setor de embalagens, apresentaram crescimento da produção física no primeiro semestre de 2017.

Já no setor de transformados plásticos, altamente pulverizado, as médias e grandes empresas representam apenas 6% do mercado (composto por aproximadamente 700 empresas). Estas empresas são, em geral, produtoras em escala mundial, atuando no segmento automotivo, de alimentos ou de bebidas, que atendem padrões de qualidade exigidos mundialmente e direcionam os movimentos tecnológicos e de crescimento do setor (Abiplast, 2016).

3.3. Produtos petroquímicos

Produtos petroquímicos são compostos químicos obtidos a partir da separação de correntes de petróleo ou gás natural (no caso de petroquímicos básicos) ou através do processamento destes petroquímicos básicos para obtenção de compostos mais elaborados e de maior valor agregado, de uso mais específico. As duas classes mais comuns de petroquímicos básicos são as olefinas (que incluem o etileno e o propileno) e os aromáticos. A fabricação de resinas termoplásticas é outro segmento de grande relevância dentro do setor petroquímico, responsável por desenvolver uma infinidade de produtos.

¹⁴ É responsável por fornecer componentes plásticos para os segmentos de: eletroeletrônicos, cosméticos, farmacêutico, automotivo, brinquedos, alimentício, construção civil, agrícola, utilidades domésticas, higiene, limpeza, calçados, aviação e médico-hospitalar.

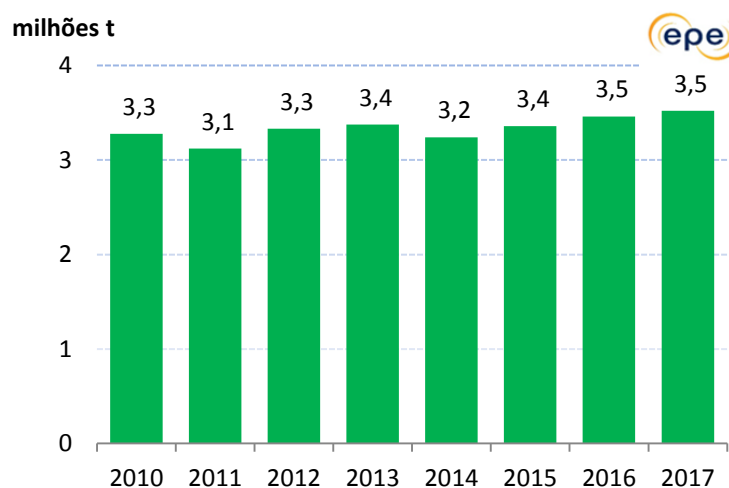
3.3.1. Petroquímicos básicos

Petroquímicos básicos são os produtos obtidos pelo craqueamento dos hidrocarbonetos nas indústrias petroquímicas de primeira geração. Os produtos principais deste processo, e que serão abordados nesta seção são eteno e o propeno. Outros petroquímicos básicos incluem o butadieno (o produto mais valorizado da petroquímica de 1ª geração, utilizado para fazer borracha sintética), o buteno, compostos aromáticos e metanol.

3.3.1.1. Eteno

As quatro centrais petroquímicas da Braskem possuem uma capacidade anual de produção de 4,0 milhões de toneladas de eteno. Essa produção é realizada através do craqueamento de nafta, condensado, etano, propano e HLR e a partir do etanol no processo de *eteno verde*. Entre 2010 e 2017, a produção de eteno da Braskem variou entre 3,3 e 3,5 milhões de toneladas, conforme indicado no Gráfico 21.

Gráfico 21: Produção nacional de eteno



Fonte: Braskem (2018b)

O consumo aparente nacional (CAN)¹⁵ foi de 3,4 milhões de toneladas em 2017 (Abiquim, 2018).

Moléculas que possuem ligações duplas carbono-carbono, como o eteno, sob a ação de um iniciador (isto é, um catalisador específico), rompem a dupla ligação e duas ligações simples com outras moléculas do eteno são formadas para efetivar a polimerização. Há diferentes polímeros sintéticos obtidos a partir do eteno, conforme apresentado na Figura 13. O policloreto de vinila (PVC), por exemplo, contém 57% de cloro em peso e 43% de eteno.

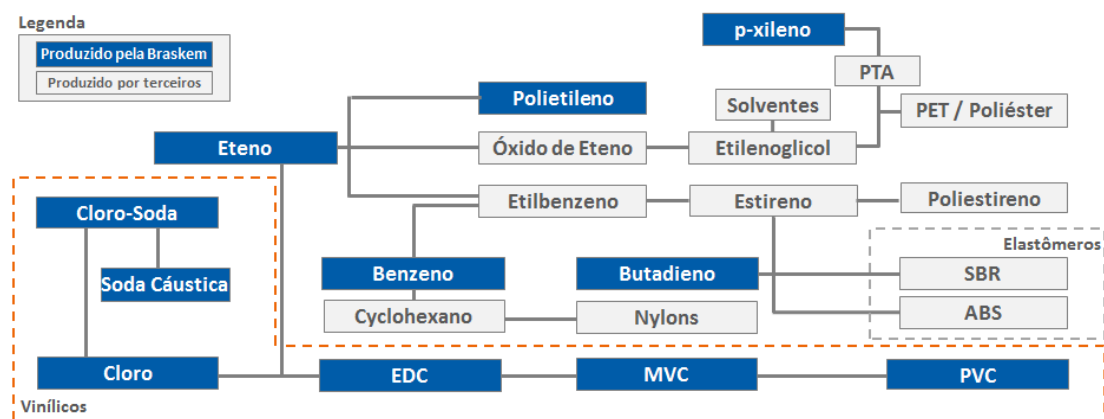


Figura 13. Diagrama de blocos da cadeia petroquímica do eteno

Fonte: Braskem (2018c)

Além da polimerização com olefinas, o etileno pode ser polimerizado através de um grande número de monômeros diferentes. Exemplos destes é o acetato de vinila, que resulta no copolímero de etileno-vinil acetato (EVA), cujo uso mais comum é em sandálias e tênis. Suas características o tornam competitivo no segmento de calçados em relação a outros termoplásticos e alguns tipos de borrachas.

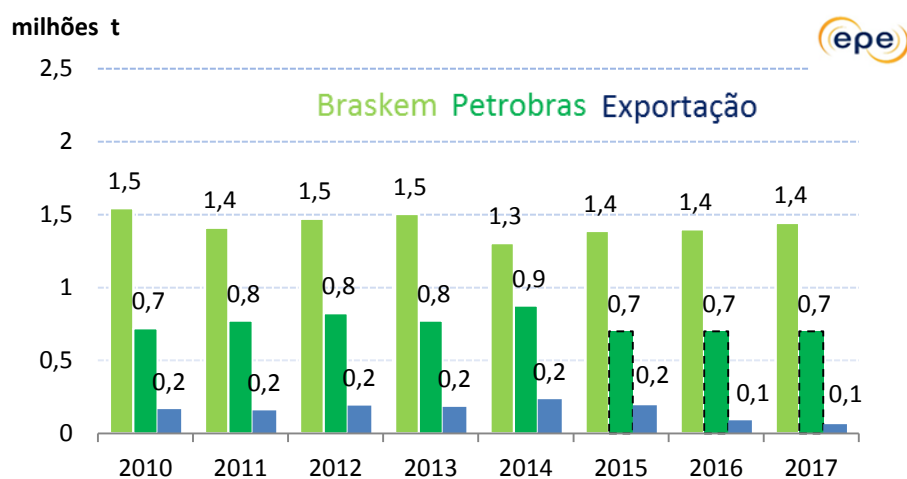
¹⁵ O consumo aparente nacional mede a produção acrescida das importações, deduzidas as exportações.

3.3.1.2. Propeno

O propeno é um petroquímico básico que pode ser obtido tanto nas centrais petroquímicas quanto nas refinarias de petróleo. A Braskem possui uma capacidade anual de produção de 1,6 milhões de toneladas em suas quatro centrais petroquímicas. Já a Petrobras é capaz de separar o propeno a partir da corrente de GLP, somando uma capacidade anual de produção de 1,2 milhão de toneladas. Considerando as centrais petroquímicas e as refinarias de petróleo, o Brasil possui, portanto, uma capacidade instalada de 2,8 milhões de toneladas de propeno por ano.

Entre 2010 e 2017, a produção de propeno variou entre 2,2 e 2,3 milhão de toneladas, conforme indicado no Gráfico 22.

Gráfico 22: Produção nacional e exportação de propeno



Fonte: Elaboração própria a partir de Braskem (2018b), Petrobras (2015) e MDIC (2018)

Nota: As informações sobre produção de propeno da Petrobras em 2015, 2016 e 2017 são estimativas com base no histórico.

O propeno é uma das principais matérias-primas para a indústria petroquímica de segunda geração. No Brasil, esse petroquímico básico é carga para a produção de polipropileno, ácido acrílico, óxido de propeno, acrilonitrila, oxoalcoois e borracha EPDM (monômero de etileno-propileno-dieno). As principais empresas consumidoras de propeno são: Braskem, Dow, BASF, Elekeiroz, Unigel e Lanxess.

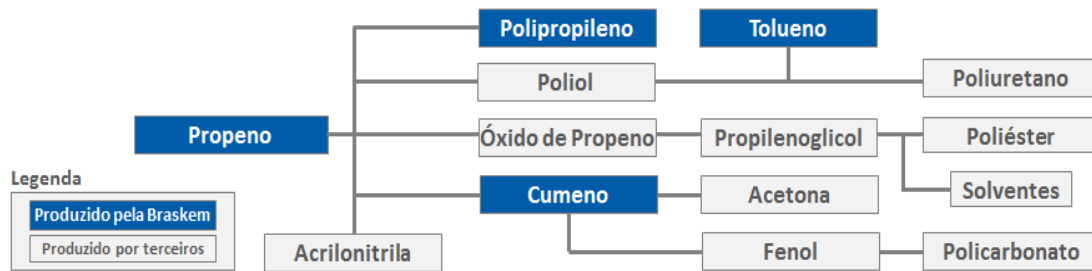


Figura 14: Diagrama de blocos da cadeia petroquímica do propeno

Fonte: Braskem (2018c)

Apesar do propeno apresentar uso como matéria-prima em diferentes processos da indústria petroquímica de segunda geração, a produção nacional supera a demanda atual. Dessa forma, o País se encontra como exportador líquido desse petroquímico básico. Em 2017, o CAN foi de 2,1 milhões de toneladas (Abiquim, 2018).

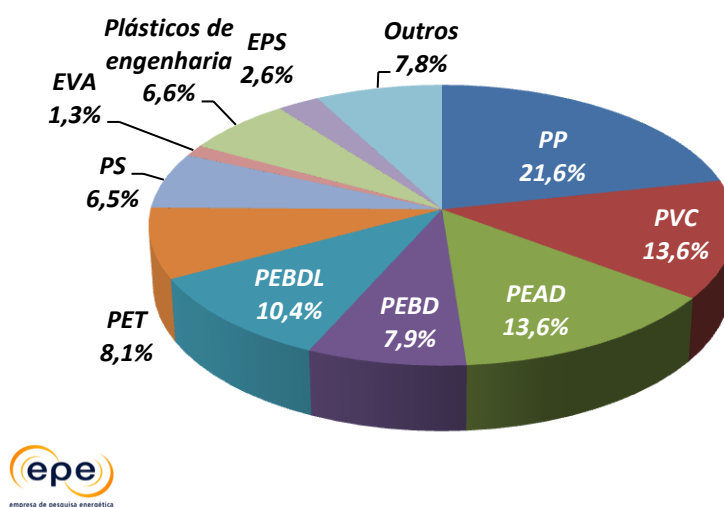
As exportações brasileiras de propeno nos últimos anos também são apresentadas no Gráfico 22, e representaram, em média, 10% da produção nacional. O terminal de Aratu/BA é o principal ponto de saída de propeno do Brasil, enquanto os principais países compradores são Colômbia e México. Exceto algumas poucas cargas exportadas pela Petrobras nos últimos dez anos, a totalidade das exportações é realizada pela Braskem. Por outro lado, as importações de propeno no Brasil são pequenas se comparadas com a sua demanda. Nos últimos anos, os volumes importados não ultrapassaram 300 toneladas por ano.

3.3.2. Principais resinas termoplásticas e o setor de transformados

Resinas termoplásticas são os principais produtos da segunda geração e caracterizam-se por serem materiais que não sofrem alterações em suas estruturas químicas durante o aquecimento, podendo ser moldadas quando aquecidas e solidificadas por resfriamento. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast, 2018a), os tipos de polímeros termoplásticos mais consumidos atualmente são respectivamente o polietileno de alta densidade (PEAD), o polietileno de baixa densidade (PEBD/PELBD), o polipropileno (PP), o policloreto de vinila (PVC), o polietileno tereftalato (PET) e o poliestireno (PS).

Em 2016, a produção de resinas termoplásticas no mundo foi de aproximadamente de 280 milhões de toneladas, conforme contextualizado na Seção 1. Existe uma concentração da produção em sete principais termoplásticos (PEAD, PEBD, PELBD, PP, PVC, PS e PET), conforme indicado no Gráfico 23. Tais produtos totalizaram aproximadamente 90% do consumo nacional em 2016, apesar da existência de outras variedades de resinas e outros tipos de materiais plásticos, produzidos em escala menores devido ao seu alto custo e aplicações específicas.

Gráfico 23: Principais resinas consumidas no Brasil em 2016



Fonte: IBGE (2017)

A Tabela 4 apresenta os dados mais recentes de produção, importação, exportação e consumo aparente das resinas termoplásticas no Brasil nos dois últimos anos (2016/2017):

Tabela 4: Mercado Nacional de resinas termoplásticas

Período	Quantidade (toneladas)		2017/2016
	2016	2017	%
Produção	6.236.899	6.378.073	2,3%
Vendas internas	4.409.575	4.510.080	2,3%
Importação	1.445.382	1.517.283	5,0%
Exportação	1.923.371	1.836.380	-4,5%
Saldo da Balança Comercial	477.989	319.097	-33,2%
Consumo Aparente Nacional (CAN)	5.758.910	6.058.976	5,2%
Demanda interna	5.854.957	6.027.363	2,9%
% Importação/CAN	25%	25%	
% Exportação/Produção	31%	29%	

Fonte: ABRE (2018)

Segundo dados da Comissão Setorial de Resinas Termoplásticas (Coplast), da Associação Brasileira da Indústria Química (Abiquim), em 2017, houve incremento da produção nacional das principais resinas termoplásticas¹⁶, com o fator de utilização da indústria de 85%, valor igual ao registrado em 2016. Ademais, destaca-se que a importação cresceu mais do que a produção nacional, respectivamente, 5% e 2,3%, em comparação com o ano anterior, já as exportações caíram 4,5% e o consumo aparente nacional das principais resinas termoplásticas, medido em toneladas, apresentou um incremento de 5,2% em 2017 comparativamente a 2016. Assim, apesar do aumento do volume importado, como a demanda também cresceu, as resinas termoplásticas importadas mantiveram sua participação em 2017, representando 25% do volume total dos produtos consumidos pela indústria nacional (Abre, 2018). Em 2017, o consumo *per capita* de resinas termoplásticas foi de 29 kg por habitante. Há expectativa de aumento da demanda a partir da melhoria dos indicadores econômicos, o que levará ao crescimento do mercado interno de resinas nos próximos anos.

Notam-se dinâmicas diferentes, influenciadas diretamente pelo comportamento dos setores consumidores de cada resina. Pode-se correlacionar, por exemplo, o aumento do consumo de dada resina com o crescimento nos setores em que esta é utilizada, incluindo novas aplicações. Assim, no caso das embalagens, os polietilenos e o PET tem grande relevância e se destacam com seu uso nas indústrias de alimentos e na agricultura. Na confecção de peças automotivas e para eletroeletrônicos, geralmente usa-se o polipropileno, e na fabricação de materiais de construção, o PVC.

¹⁶ Polietilenos (PEAD, PEDB e PEDBL), EVA, polipropileno (PP), poliestireno (PS), policloreto de vinila (PVC), e PET.

A grande produção e utilização de plásticos leva a volumoso descarte, que na maioria das vezes é desordenado, o que contribui para grandes impactos ao meio ambiente. Em contrapartida o uso de termoplásticos, proporciona grandes avanços tecnológicos, economia de energia e diversos outros benefícios para a sociedade.

De acordo com Abiplast (2018b), o consumo de plástico no mundo tende a aumentar, havendo a perspectiva de crescimento do setor de resinas com a ampliação de seus usos em substituição a materiais tradicionais tais como metais, vidros e madeira. Atendendo a essa demanda futura, novas plantas petroquímicas começam a entrar em operação. Parte dessas novas plantas entrará no mercado em substituição a plantas obsoletas, mas parte virá para somar a capacidade de produção atual. Somente na Ásia, até o fim de 2018, isso representa um acréscimo de produção de 2,5 milhões de toneladas de resinas termoplásticas. Com o advento da indústria 4.0¹⁷ grande parte do novo volume de matérias-primas plásticas suprirá um mercado de alta tecnologia e aplicações de bens de consumo duráveis. Conceitos de sustentabilidade influenciarão um maior uso de fibras sintéticas em substituição às naturais na indústria têxtil, bem como o desenvolvimento de novos plásticos biodegradáveis.

Ressalta-se que diante da crescente qualidade na elaboração destes produtos, considerados essenciais à vida contemporânea, o consumo de plásticos recebe o papel de indicador de desenvolvimento e qualidade de vida. Neste contexto, o Brasil apresenta elevado potencial de crescimento do consumo de plásticos, considerando a média per capita mundial de 45 quilos por habitante (2015) e de outros países, como Estados Unidos, Canadá e alguns países da Europa com valores da ordem de 135-140 quilos/habitante (Plastic Insight, 2016).

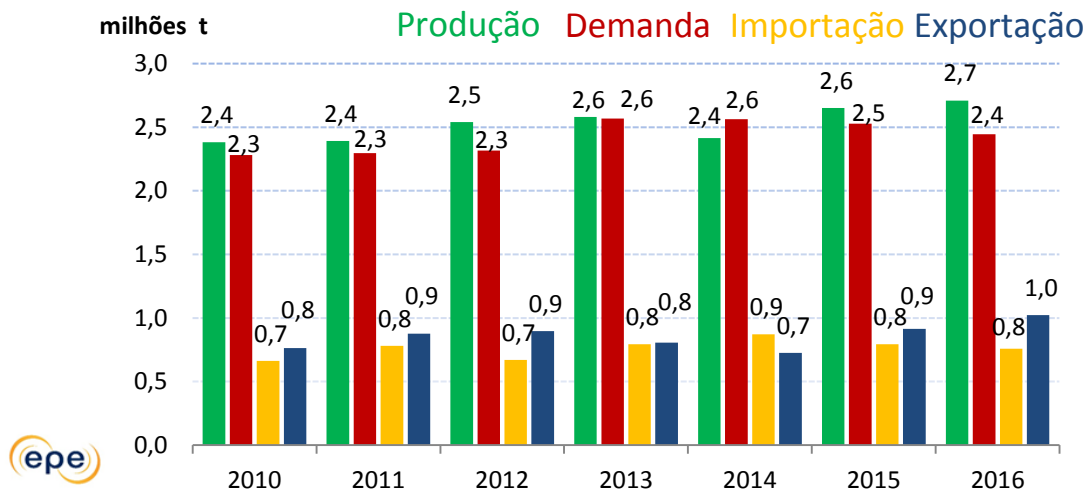
A seguir, serão apresentadas algumas das principais resinas termoplásticas utilizadas na indústria de transformados plásticos.

3.3.2.1. Polietileno (PE)

O polietileno é um dos plásticos mais importantes da atualidade e pode existir em diferentes variações, podendo ser reciclado e comercializado como material recuperado. No geral, possui propriedades únicas, tais como resistência ao impacto e ao ataque de produtos químicos, alta flexibilidade, boa trabalhabilidade e estabilidade térmica e química (em determinadas condições). É atóxico, flexível, leve e transparente (quando em baixas espessuras) (Abiplast, 2018b). O Gráfico 24 representa a evolução recente da produção e da demanda de polietileno no Brasil.

¹⁷ É um conceito revolução industrial proposto recentemente e que se caracteriza, por um conjunto de tecnologias que permitem a fusão do mundo físico, digital e biológico. Engloba as principais tecnologias que permitem a fusão dos mundos físico, digital e biológico. São a Manufatura Aditiva (3D), a Inteligência Artificial (IA), a Internet das Coisas (IoT), a Biologia Sintética (SynBio) e os Sistemas Ciber Físicos (CPS) MDIC (2018).

Gráfico 24: Produção, demanda, importação e exportação de polietileno



Fonte: Braskem (2018b) e MDIC (2018)

Observa-se que a produção normalmente atende à demanda nacional, sendo a Braskem a única produtora nacional. Nos anos mais recentes, a redução da demanda reflete os impactos da crise econômica deste período. Em 2017, o CAN foi de 2,6 milhões de toneladas (Abiquim, 2018). Entre os diferentes tipos de polietileno, cabe destacar:

Polietileno de Alta Densidade (PEAD): Material opaco e muito resistente quimicamente, o que permite sua aplicação em embalagens de produtos de limpeza e produtos químicos. Utilizado também na fabricação de autopeças, produtos têxteis, cosméticos e embalagens descartáveis. Resistente a baixas temperaturas, leve, impermeável e rígido, o PEAD também é usado na fabricação de tampas de refrigerante, potes para freezer e garrafões de água mineral, além de brinquedos e eletrodomésticos, cerdas de vassoura e escovas, sacarias (revestimento e impermeabilização), fitas adesivas, entre outros. Há um consumo anual de PEAD na indústria brasileira de embalagens flexíveis de 262 mil toneladas por ano, o que equivale a 26% do consumo total do PEAD no Brasil.

Polietileno de Baixa Densidade (PEBD) e Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL): São resinas com baixas condutividades elétrica e térmica, além de resistentes ao ataque de produtos químicos. São atóxicos, flexíveis, leves e transparentes (quando em baixas espessuras).

O polietileno de baixa densidade (PEBD) é utilizado na produção de filmes termocontroláveis, como caixas para garrafas de refrigerante, fios e cabos para televisão e telefone, filmes de uso geral, sacaria industrial, tubos de irrigação, mangueiras, embalagens flexíveis, impermeabilização de papel (embalagens Tetra Pak™), entre outros.

O setor de embalagens flexíveis absorve 499 mil toneladas de PEBD, sendo a indústria de alimentos a responsável pelo maior consumo, com 29% da produção de embalagens (Abief, 2017).

Já o Polietileno de Baixa Densidade Linear (PEBDL) é principalmente aplicado na produção de embalagens de alimentos, fraldas, absorventes higiênicos e sacaria industrial. Visto suas principais características, cerca de 80% de todo PELBD consumido no País, o que corresponde a 770 mil toneladas é consumido pela indústria de embalagens flexíveis conforme dados da Abief.

Em todo o mundo, o PEBD, PEAD e PELBD são os principais derivados do polietileno, correspondendo praticamente a utilização de 100%¹⁸ de toda a produção de PE. Importante destacar que o consumo individual de PEAD e PELBD é bem superior ao consumo de PEBD.

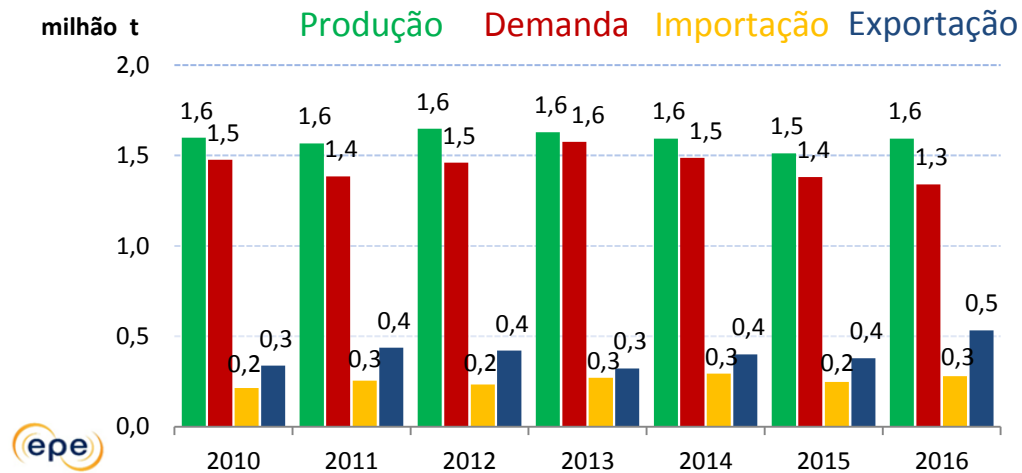
3.3.2.2. Polipropileno (PP)

O polipropileno (PP) é uma das resinas mais produzidas e consumidas no mundo, com um amplo espectro de aplicações. No Brasil, a capacidade anual de produção de PP é de 1,8 milhão de toneladas, sendo a Braskem a única fabricante nacional. Entre as unidades produtivas da empresa, a unidade em Paulínia (SP) com capacidade de 380 mil toneladas por ano, apresenta flexibilidade estratégica e operacional ao utilizar gás de refinaria como matéria-prima, o que reduz a dependência da nafta, principal insumo da indústria petroquímica (Braskem, 2018d).

Entre 2010 e 2016, a produção nacional de polipropileno variou entre 1,5 e 1,6 milhão de toneladas por ano, conforme indicado no Gráfico 25.

¹⁸ Destacam-se outros dois novos tipos de polietilenos: o polietileno de ultra alto peso molecular (PEUAPM) e o polietileno de ultrabaixa densidade (PEUBD). O PEUAPM possui propriedades bem diferenciadas proporcionadas pelo seu alto peso molecular (por exemplo, redução do grau de cristalinidade, menor índice de fluidez e maior viscosidade). A alta resistência ao desgaste por abrasão e ao impacto e o baixíssimo coeficiente de atrito são destacadas como as principais propriedades mecânicas. Na mineração é usado para revestimentos, misturadores e raspadores, já nas indústrias, em tubos, bombas, válvula, gaxetas, guia para linhas de embalagem, transportadores e roletes. Utilizado em peças de alto desempenho para indústrias alimentícia e naval, para equipamentos agrícolas, esporte e lazer, e usinagem de peças técnicas, etc. Já o PEUBD, outro derivado recente do polietileno, oferece maior resistência, mais flexibilidade e melhores propriedades ópticas em relação ao PELBD. O principal uso é como resina modificadora, pois sua adição aos polietilenos e ao polipropileno melhora a resistência ao impacto, a flexibilidade e a resistência ao rasgamento desses polímeros. Estas resinas são ideais para produzir filmes para embalagens de líquidos, pois além de evitar infiltrações e derramamentos, a embalagem apresenta alta resistência ao rasgo.

Gráfico 25: Produção, demanda, importação e exportação de polipropileno



Fonte: Braskem (2018b) e MDIC (2018)

Assim como ocorre com o propeno, a produção nacional de polipropileno é superior a demanda. Nota-se que a demanda de PP no País atingiu o pico em 2013 (1,5 milhão de toneladas), todavia, com decréscimo nos últimos anos. Em 2017, o CAN foi de 1,49 milhões de toneladas (Abiquim, 2018). Embora toda a resina seja chamada de polipropileno, diversos *grades*¹⁹ são produzidos para diferentes aplicações. Dessa forma, o Brasil exporta alguns destes *grades* e importa outros, sendo exportador líquido de PP.

Os portos de Itajaí/SC e Santos/SP respondem, em média, por 70% das importações brasileiras de PP, sendo a Arábia Saudita, Argentina, Colômbia e Coreia do Sul, os principais países fornecedores da resina. Por outro lado, em média, 80% das exportações brasileiras são realizadas pelos portos de Rio Grande/RS, Santos/SP e Rio de Janeiro/RJ. O modo rodoviário, através de Uruguiana/RS, é outro ponto de saída relevante. Os principais destinos dessas exportações são Argentina, Bélgica, China e Peru.

O polipropileno é uma das resinas termoplásticas mais utilizadas no mundo, sendo empregado para a fabricação de autopeças, embalagens (especialmente para alimentos), produtos têxteis e cosméticos, entre outros. Esses plásticos conservam o aroma e são resistentes a mudanças de temperatura, brilhantes, rígidos e inquebráveis. Também são utilizados em produtos hospitalares descartáveis, tubos para água quente, fibras para tapetes, fraldas, absorventes higiênicos, eletrônicos, entre outros.

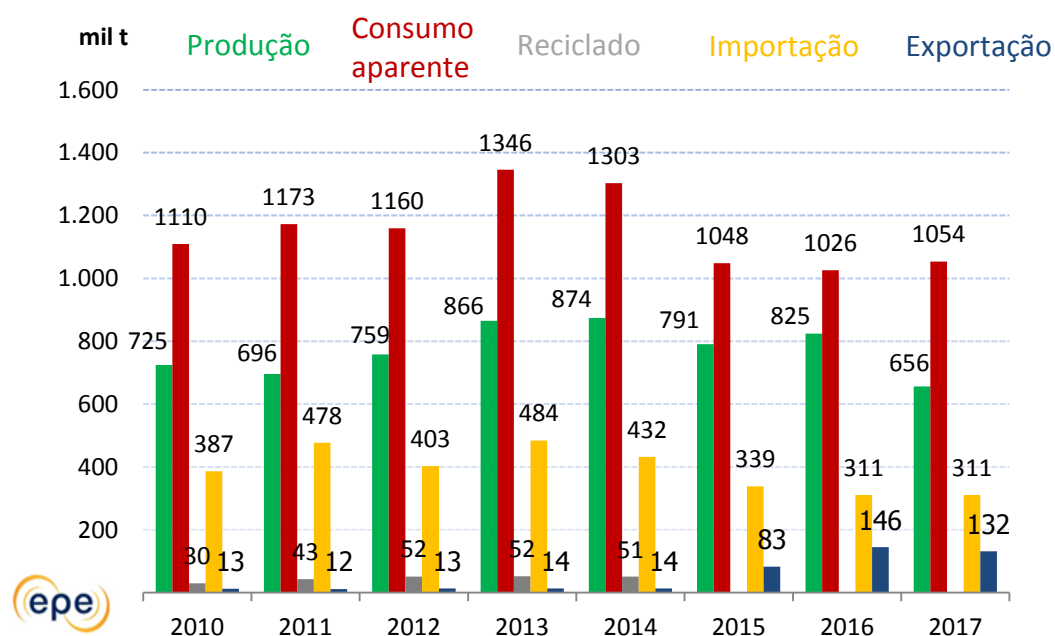
¹⁹ Classes de resinas com características e propriedades distintas.

3.3.2.3. Cloreto de polivinila (PVC)

De acordo com números da Associação Brasileira da Indústria do Plástico (Abiplast), a capacidade anual instalada de produção de PVC no País é de aproximadamente um milhão de toneladas, sendo produzidas 710 mil nas unidades da Braskem na Região Nordeste (localizadas nos estados de Bahia e Alagoas) e 300 mil na unidade da Unipar Carbocloro em Santo André (SP). A Unipar Carbocloro era fornecedora de dicloroetano (DCE - intermediário para a síntese de PVC) para o mercado, inclusive para a Solvay Indupa, até que em 2016 adquiriu os negócios de cloro, soda e PVC dessa multinacional na América do Sul (Unipar Carbocloro, 2018).

Nos últimos anos, houve uma redução das importações e crescimento das exportações, com volumes de produção de PVC inferiores a capacidade instalada do país, conforme indicado no Gráfico 26. Neste mesmo período, o consumo aparente nacional (CAN) oscilou, apresentando um máximo em 2013 com 1,3 milhões de toneladas, com valores em 2017 da ordem de mil toneladas.

Gráfico 26: Produção nacional, Consumo aparente, oferta de produto reciclável, importação e exportação do PVC



Fonte: Abiquim (2018), Instituto do PVC/ MaxiQuim (2015) e MDIC (2018)

Nota: Os percentuais de reciclagem e a produção de PVC reciclado nos anos de 2015, 2016 e 2017 não se encontram disponibilizados.

Nota-se até 2013 uma tendência de ampliação de importações de PVC, provavelmente associada ao bom desempenho da indústria de construção civil naquele período. Já nos últimos anos, observa-se uma retração nas importações associada à redução das atividades relacionadas ao desenvolvimento de infraestrutura e construção civil no País.

Por suas características como rigidez, impermeabilidade e resistência à temperatura, o PVC é usado principalmente em tubos, conexões, cabos elétricos e materiais de construção. O PVC também pode ser aplicado na fabricação de brinquedos, alguns tipos de tecido, chinelos, cartões de crédito e embalagens para alimentos.

Tanto os transformadores de plástico como as empresas recicladoras de PVC estão estrategicamente concentrados nas regiões Sudeste e Sul do Brasil. Cabe destacar a relevância de São Paulo, um estado importante para a indústria de transformação de plástico, que apresenta grande poder de consumo da sua população e conseqüentemente gera elevada quantidade de resíduos disponíveis para a reciclagem.

O potencial para crescimento da reciclagem de PVC no País, com índice em média 17%, é significativo, comparando-se aos observados em outros países, como por exemplo, França e Reino Unido, que apresentam índices de 19,8% e de 22,0%, respectivamente.

3.3.2.4. Tereftalato de polietileno (PET) - grau garrafa

O Tereftalato de polietileno, conhecido pela sigla em inglês PET, é classificado quimicamente como um polímero poliéster termoplástico. O PET é obtido industrialmente a partir de uma reação entre o ácido tereftálico purificado (PTA) que tem origem a partir do para-xileno (PX)²⁰ e o monoetileno glicol (MEG) através de uma esterificação direta, passando por cristalização e formando o produto final com o aspecto de grãos brancos e opacos (vide Figura 15). Existe uma rota mais antiga de transesterificação na qual o dimetil-tereftalato (DMT), também originário do para-xileno, reage com o etilenoglicol formando os monômeros que polimerizados geram o PET grau garrafa.

²⁰ O para-xileno (PX) é um petroquímico básico produzido, exclusivamente, pela unidade de aromáticos do Polo Petroquímico de Camaçari – BA (da Braskem) com capacidade de 203 mil toneladas por ano inferior à demandada pelo mercado. Hoje, a Petroquímica Suape, utilizando os benefícios do Mercosul, importa todo o PX necessário para sua produção de cerca de 700 mil toneladas por ano de ácido tereftálico purificado (PTA) e 450 mil toneladas por ano de Tereftalato de polietileno (PET).

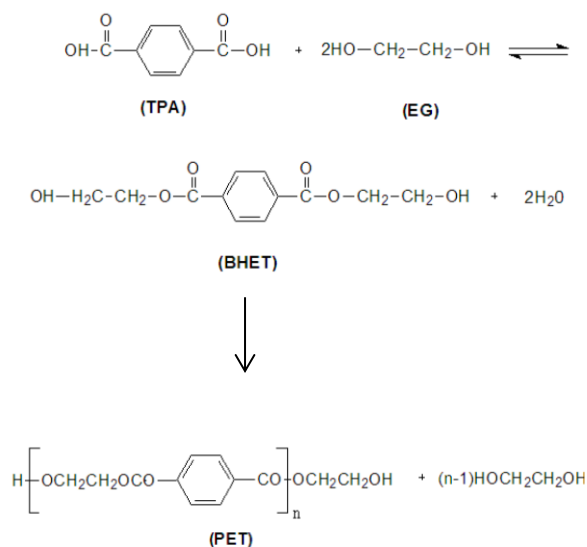


Figura 15: Reação de obtenção do Tereftalato de polietileno (PET)

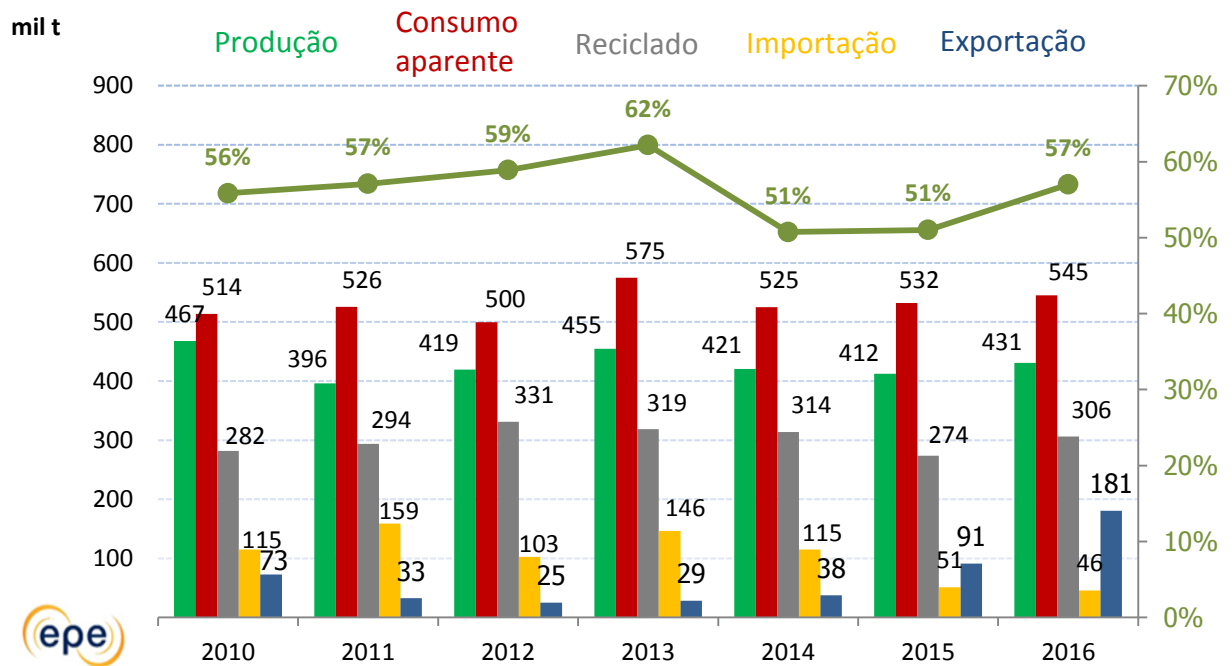
Fonte: Soares (2010)

A produção do PET se concentra em uma unidade da M&G Polímeros em Suape (PE), cujas operações foram iniciadas em 2007 e que totaliza uma capacidade anual de produção de 550 mil toneladas por ano. A companhia foi a única produtora de resina PET no Brasil até o ano de 2014, quando o Complexo Industrial Químico-Têxtil iniciou a produção da resina PET, também em Suape, com uma unidade projetada para produzir 450 mil toneladas por ano de PET. Tal projeto fez parte dos desinvestimentos da Petrobras em 2016, e a compra da Petroquímica Suape e da Citepe pela empresa mexicana Alpek foi autorizada recentemente. A M&G concluiu em 2018 a venda de sua fábrica em Suape para a empresa tailandesa Indorama.

A M&G possui ainda uma unidade em Poços de Caldas (MG), com capacidade anual de produção de 20 mil toneladas de *flake* de poliéster reciclado, entre resina PET reciclada (R-PET) grau alimentício e *flakes* destinados à fabricação de fibras de poliéster, em substituição à unidade de reciclagem na cidade de Indaiatuba (SP), que tinha capacidade anual de produção de 12 mil toneladas. O projeto da M&G em Poços de Caldas é voltado ao desenvolvimento sustentável com o reaproveitamento de até 500 milhões de garrafas PET por ano.

Apesar da evolução obtida na reciclagem e das tecnologias mais conhecidas já estarem presentes no Brasil, a indústria de resina PET conta ainda entraves relacionados à disponibilização do PET para ser reciclado e com a necessidade de avanço da reciclagem química. Historicamente, a indústria recicladora opera com uma taxa de ociosidade da ordem de 30%. Atualmente, como resultado do trabalho realizado no setor de reciclagem ao longo das últimas décadas, o índice brasileiro de reciclagem de PET pós consumo é um dos maiores do mundo, sendo superior a 50%. Os dados mais recentes de reciclagem são apresentados no Gráfico 27.

Gráfico 27: Produção nacional, Consumo aparente, volume reciclado, importação, exportação e percentual de reciclagem de PET



Fonte: Elaboração própria a partir de Abiquim (2018), Abipet (2016) e MDIC (2018)

Nota: O cálculo de Consumo Aparente não considera o volume de PET oriundo de reciclagem.

Ainda que não tenha disponibilidade de dados de produção, importação e exportação para 2017, de acordo com Abiquim (2018), o CAN foi de 536 mil toneladas de PET. Há uma vasta gama de produtos que utilizam o PET com percentuais variados de material reciclado em sua composição²¹. Apesar da resina PET ser um dos mais recentes materiais para embalagem, esse termoplástico é largamente utilizado em todo o mundo em diversos segmentos de mercado. Suas principais características são a transparência, a impermeabilidade e a leveza. O PET é utilizado, principalmente em embalagens para alimentos, bebidas, produtos de limpeza, cosméticos e farmacêuticos. Também está presente em bandejas para microondas, filmes para áudio e vídeo, fibras têxteis, entre outros. Poliestireno (PS).

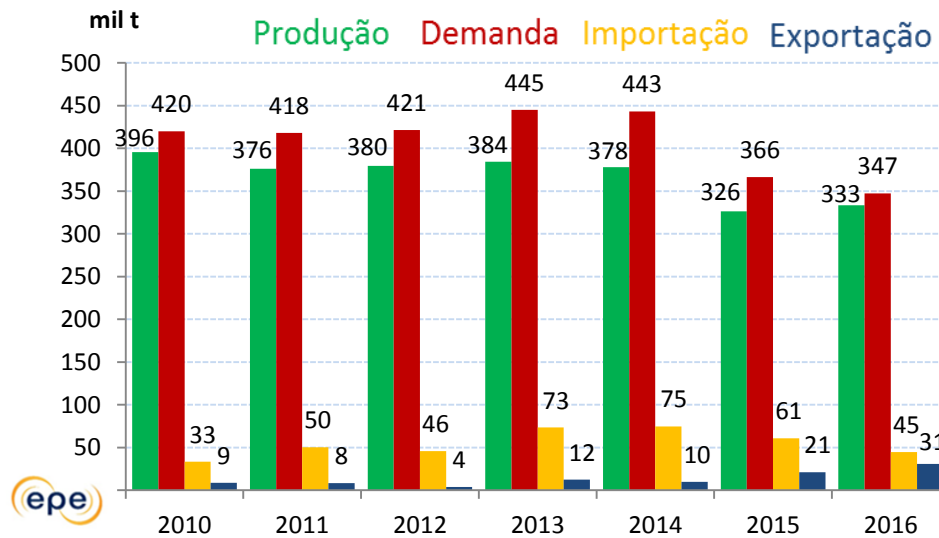
O poliestireno também pertence ao grupo dos termoplásticos, sendo obtido pelo processo de polimerização do estireno com elevado grau de pureza, que se origina a partir do etilbenzeno, derivado dos petroquímicos básicos eteno e benzeno. Uma alternativa para produção de estireno de menor custo, ocorre quando este é um subproduto da reação do óxido de propeno.

Entre os produtos fabricados com o poliestireno estão os copos descartáveis, eletrodomésticos, produtos para construção civil, autopeças, potes, frascos, bandejas de supermercados, pratos, tampas, aparelhos de barbear descartáveis, brinquedos, entre outros. As principais características do PS são impermeabilidade, rigidez, leveza e transparência.

A Videolar-Innova e a Unigel detêm todo o parque industrial produtivo de poliestireno no País com capacidade instalada total de 605 mil toneladas por ano. Na produção doméstica, nos últimos anos a Videolar-Innova tem contribuído com cerca de 70% do total de PS produzido no Brasil.

²¹ Por exemplo: fios de costura, roupas, forrações, tapetes, cordas, carpetes de carros, cabos de vassouras, bancos de ônibus, aparelhos de telefone celular e embalagens, entre muitos outros.

Gráfico 28: Produção, demanda, importação, exportação de poliestireno



Fonte: Elaboração própria a partir de Videolar Innova / Unigel (2017) e MDIC (2018).

No Gráfico 28, é possível notar como o pico de demanda de poliestireno atingido nos anos de 2013 e 2014 não se manteve, com quedas próximas a 15% tanto na demanda quanto na produção nos anos de 2015 e 2016. Em 2017, o consumo aparente nacional foi de 373 mil toneladas de PS (Abiquim, 2018). Com relação à origem do poliestireno importado pelo Brasil, destaca-se a China. Espera-se que, com a recuperação econômica, os níveis de ociosidade atualmente verificados diminuam gradualmente.

4. Considerações finais

Esse estudo descreveu o panorama do refino e da petroquímica no Brasil, apontando a situação atual do País para o abastecimento dos principais produtos petroquímicos ou derivados de petróleo, permitindo melhor compreensão destes segmentos.

A importância do refino e da indústria petroquímica no Brasil pode ser associada às características destes segmentos na medida em que são geradores efetivos de emprego e renda, e fontes relevantes de arrecadação tributária. Além disso, promovem investimentos e fomentam a pesquisa, o desenvolvimento e a inovação tecnológica. Vale também destacar a existência de uma intensa inter-relação destes dois setores com os demais setores da economia. Nesse sentido, apesar de não serem segmentos intensivos em geração de empregos diretos, seu potencial multiplicador gera uma sequência de oportunidades indiretas na economia.

Atualmente, no Brasil, as plantas de petroquímicos básicos ainda operam com um índice de ociosidade superior a 15%. Nos últimos anos, a ocupação esteve em torno de 80%, mas apresentou pequena recuperação em 2017, alcançando 84% de utilização das unidades de craqueamento. Caso haja retomada da demanda interna, e como não se vislumbram novos projetos petroquímicos no País, é possível que uma parcela da demanda de transformados plásticos também seja atendida por importação.

No segmento de refino de petróleo, a potencial expansão do mercado interno sem reflexo na oferta interna deve ampliar o déficit brasileiro. Dessa forma, o Brasil deverá continuar como importador líquido dos principais derivados de petróleo e produtos petroquímicos durante os próximos anos, com destaque para as importações de nafta, QAV e óleo diesel, além de resinas termoplásticas. Neste sentido, ressalta-se a atuação do Grupo de Trabalho (GT) de Refino e Petroquímica com o objetivo de identificar, analisar e sugerir ações necessárias para incentivar investimentos em infraestrutura, especificamente em atividades dos setores de refino de petróleo e de petroquímica no País. Esse Grupo de Trabalho formado por representantes de diversas instituições civis e governamentais, com a participação da EPE, realizou um mapeamento das principais medidas para atração de investimentos nos referidos segmentos. Tais análises foram encaminhadas ao CNPE e consolidadas em uma minuta de resolução com 10 medidas indicativas. Além disso, destaca-se a busca pela livre concorrência em ambiente regulatório objetivo, pautado na transparência, conforme indicado na iniciativa Combustível Brasil, em prol do desenvolvimento e da segurança do abastecimento nacional.

Cumpramos observar que essa nota técnica integra um conjunto de análises, alinhadas ao Combustível Brasil e ao GT Refino e Petroquímica, que estão em desenvolvimento na EPE, a fim de reduzir assimetrias de informações e dar suporte ao planejamento do País. Outra discussão relevante ocorreu no âmbito do Comitê Técnico para o Desenvolvimento da Indústria do Gás Natural no Brasil (Gás para Crescer), no qual foram formuladas propostas para, entre outros aspectos tratados, melhorar as condições de utilização do gás natural como matéria-prima, visando a integração da indústria nacional e utilização dos recursos do pré-sal, principalmente a parcela da União nos contratos de partilha de produção.

Por fim, entre os estudos que a EPE busca desenvolver para colaborar para o estímulo a um ambiente propício ao investimento em refino e petroquímica, destacam-se análises do uso de recursos da União para estímulo aos supracitados segmentos intermediários da cadeia petrolífera nacional, e uma série de estudos sobre a formação de preços dos principais combustíveis no Brasil.

Agradecimentos

Agradecemos ao Sindirrefino e à Abiquim por esclarecimentos que se fizeram necessários sobre as estatísticas dessas instituições, importantes na elaboração desta nota técnica. Agradecemos também ao engenheiro e superintendente Jeferson Soares, e ao engenheiro e consultor técnico Gláucio Farias, da Superintendência de Estudos Econômicos e Energéticos (SEE) da EPE pelo apoio dado a este projeto.

Referências bibliográficas

ABIPLAST – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (2016). *Perfil 2016 Edição Especial 50 anos*. Publicação anual da ABIPLAST. Disponível em: http://file.abiplast.org.br/file/download/2017/Perfil_2016_Abiplast_web.pdf. Acesso em: 30 jan. 2017.

ABIPLAST - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (2018a). *Perfil 2017*. Publicação anual da ABIPLAST. Disponível em: http://file.abiplast.org.br/file/download/2018/Perfil_WEB.pdf. Acesso em: 26 jun. 2018.

ABIPLAST – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PLÁSTICO (2018b). *Conceitos básicos sobre materiais plásticos*. Disponível em: http://file.abiplast.org.br/download/links/links%202014/materiais_plasticos_para_site_vf_2.pdf. Acesso em: 05 mar. 2018.

ABIQUIM – Associação Brasileira da Indústria Química (2018). E-mail recebido em 12/07/2018.

ABIEF – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA EMBALAGEM DE EMBALAGENS PLÁSTICAS FLEXÍVEIS (2017). *Guia Abief Edição 2016/2017*. Disponível em: <http://stage.momm.com.br/abief/guia.pdf>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ABIPET – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DO PET (2016). *Décimo censo de reciclagem no Brasil*. Disponível em: <http://www.abipet.org.br/index.html?method=mostrarDownloads&categoria.id=3>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (2018a). (2018). *Dados de Mercado: estudo macroeconômico da embalagem Abre/FGV*. Apresentação fevereiro de 2018: retrospecto de 2017 e perspectivas para 2018. Disponível em: www.abre.org.br/setor/dados-de-mercado/dados-de-mercado/. Acesso em: 05 mar. 2018.

ABRE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMBALAGENS (2018b). *Consumo de Resinas Plásticas cresce no Brasil em 2017*. Disponível em: <http://www.abre.org.br/noticias/consumo-de-resinas-plasticas-cresce-no-brasil-em2017/>. Acesso em: 26 jun. 2018.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (2018a). *Dados Estatísticos*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos..> Acesso em: 05 mar. 2018.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (2018b). *Boletim de Lubrificantes*. Ano 2 / nº 11 / Janeiro 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/boletins-anp/2387-pml-boletim-de-monitoramento-de-lubrificantes>. Acesso em: 05 mar. 2018.

ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS (2018c). *Anuário Estatístico*. Ano 2018. Disponível em: <http://www.anp.gov.br/publicacoes/anuario-estatistico/anuario-estatistico-2018>. Acesso em: 12 jul. 2018.

ATKEARNEY (2014). *Shale Gas: Threat or Opportunity for the GCC*. Disponível em: http://www.southeast-asia.atkearney.com/chemicals/it-capability/-/asset_publisher/v2nL0JSXcOml/content/shale-gas-threat-or-opportunity-for-the-gcc-/10192?inheritRedirect=false&redirect=http%3A%2F%2Fwww.southeast-asia.atkearney.com%2Fchemicals%2Fit-

[capability%3Fp_p_id%3D101_INSTANCE_v2nL0JSXcOml%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dnorma%26p_p_mode%3Dview%26p_p_col_id%3Dcolumn-2%26p_p_col_count%3D1](#). Acesso em: 05 mar. 2018.

BAIN COMPANY & GAS ENERGY (2014). *Potencial de diversificação da indústria química Brasileira – Relatório 6 – Matéria-prima petroquímica*. Disponível em: http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/produtos/download/aep_fep/chamada_publica_FEPprospec0311_Quimicos_Petroquimica.pdf. Acesso em: 19 fev. 2018.

BP (2017). *BP Energy Outlook – 2017 Edition*. Disponível em: <https://www.bp.com/content/dam/bp/pdf/energy-economics/energy-outlook-2017/bp-energy-outlook-2017.pdf>. Acesso em: 19 fev. 2018.

BR DISTRIBUIDORA (2017). *Coque verde de petróleo*. Disponível em: http://www.br.com.br/wcm/connect/LIB_PortalConteudo/Home/Produtos+e+Servicos/Para+Industrias/Coque+Verde+de+Petroleo/.

BRDESCO (2017). *Química e petroquímica*. Departamento de Pesquisas e Estudos econômicos (Depec). Disponível em: https://www.economiaemdia.com.br/EconomiaEmDia/pdf/infset_quimica_e_petroquimica.pdf. Acesso em: 19 fev. 2018.

BRASKEM (2016). Disponível em: <http://www.braskem-ri.com.br>. Acesso em: 19 fev. 2016.

BRASKEM (2018a). *Braskem no mundo – Brasil*. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/braskem-no-mundo>. Acesso em: 19 fev. 2018.

BRASKEM (2018b). *Relatório Anual*. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/relatorioanual>. Acesso em: 19 fev. 2018.

BRASKEM (2018c). *O Setor Petroquímico*. Disponível em: <http://www.braskem-ri.com.br/o-setor-petroquimico>. Acesso em: 19 fev. 2018.

BRASKEM (2018d). *Braskem celebra dez anos em Paulínia com bons resultados operacionais*. Disponível em: <https://www.braskem.com.br/detalhe-noticia/braskem-celebra-dez-anos-em-paulinia-com-bons-resultados-operacionais>. Acesso em: 28 jun. 2018.

BRASIL, NILO INDIO DO; ARAÚJO, MARIA ADELINA SANTOS; SOUSA e ELISABETH CRISTINA MOLINA DE (orgs.) (2011). *Processamento de Petróleo e Gás Natural*. Editora LTC.

CÂMARA DOS DEPUTADOS (2018). *PL 6407/2013 Dispõe sobre medidas para fomentar a Indústria de Gás Natural e altera a Lei nº 11.909, de 4 de março de 2009*. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=593065>. Acesso em: 06 abr. 2018.

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2017). *Plano Decenal de Expansão de Energia 2026*. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/plano-decenal-de-expansao-de-energia-pde>. Acesso em: 25 jan. 2018

EPE – EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (2018). *Balço Energético Nacional 2017*. Disponível em: <http://epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/Balanco-Energetico-Nacional-2017>.

Acesso em: 25 jan. 2018

GALP – GALP ENERGIA (2018). *Fundamentos de refinação*. Disponível em: <https://www.galp.com/pt/sobre-nos/os-nossos-negocios/refinacao-e-distribuicao/aprovisionamento-refinacao-e-logistica/fundamentos-de-refinacao>. Acesso em: 06 fev. 2018.

HERMANN, LUCAS; DUNPHY, ELAINE e COPUS, JONATHAN (2010). *Oil and Gas for Beginners: A Guide to the Oil & Gas Industry*. Deutsche Bank AG/London. Disponível em: <http://www.fullertreacymoney.com/system/data/images/archive/2010-09-15/oilgas4beginners.pdf>.

Acesso em: 06 fev. 2018.

IBGE- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (2017) – Pesquisa Industrial Anual (PIA-Produto), 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/industria/9044-pesquisa-industrial-anual-produto.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 14 mar. 2018.

INSTITUTO DO PVC/ MAXIQUIM (2015). *Estudo confirma avanço do PVC*. Disponível em: <https://www.quimica.com.br/reciclagem-estudo-confirma-avanco-do-pvc/>. Acesso em: 06 fev. 2018.

LUBES EM FOCO. (2016). *O Mercado em Foco*. Edição nº 53, Fev/Mar 2016. Disponível em: <http://www.lubes.com.br/edicoes/edicao53/index.html>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MaxiQuim (2017). Resinas: MaxiQuim prevê retomada acentuada do mercado interno em 2018. Disponível em: <http://plasticosemrevista.com.br/resinas-maxiquim-preve-retomada-acentuada-do-mercado-interno-em-2018/>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MDIC – MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO E SERVIÇOS (2018). *Agenda brasileira para a Indústria 4.0*. Disponível em: <http://www.industria40.gov.br/>. Acesso em: 03 ago. 2018.

MDIC – MINISTÉRIO DA INDÚSTRIA, COMÉRCIO EXTERIOR E SERVIÇOS (2018). *ComexStat - Informações de Comércio Exterior*. Secretaria de Comércio Exterior. Disponível em: <http://comexstat.mdic.gov.br/>. Acesso em: 06 ago. 2018.

MMA – MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2017). *Coleta de óleo lubrificante usado ou contaminado – dados de 2016*. Disponível em: http://www.mma.gov.br/port/conama/reuniao/dir1782/Relatorio_CONAMA_OLUC_2017_060617.pdf.

Acesso em: 26 mar. 2018.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2017). *Combustível Brasil - Relatório de Atividades submetido ao CNPE: Dezembro de 2017*. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/combustivel-brasil/documentos>. Acesso em: 14 mar. 2018.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA (2018). *Combustível Brasil - Relatório de Atividades submetido ao CNPE: Julho de 2018*. Disponível em: <http://www.mme.gov.br/web/guest/secretarias/petroleo-gas-natural-e-combustiveis-renovaveis/programas/combustivel-brasil/ct-cb>. Acesso em: 14 ago. 2018.

PETROBRAS (2015). *Coque - Informações técnicas*. Disponível em: <http://sites.petrobras.com.br/minisite/assistenciaticnica/public/downloads/Coque-Informacoes-Tecnicas.pdf>. Acesso em: 14 mar. 2018.

PLASTIC INSIGHT (2016). *Global Consumption of Plastic Materials By Region (1980 – 2015)*. Disponível em: <https://www.plasticsinsight.com/global-consumption-plastic-materials-region-1980-2015/>. March 2016. Acesso em: 14 mar. 2018.

SINDIRREFINO – Sindicato Nacional da Indústria de Refino de Óleos Minerais (2018). *Produtos/Refino*. Disponível em <https://www.sindirrefino.org.br/refino/produtos>. Acesso em: 26 mar. 2018.

SOARES JR., ALDO BATISTA (2010). *Produção do poli(tereftalato de etileno) modificado com glicerol e derivados*. Rio de Janeiro: UFRJ/COPPE, 2010.

SZLKO, ALEXANDRE SALEM, ULLER, VICTOR COHEN, e BONFÁ, MARCIO HENRIQUE (2012). *Fundamentos do refino de petróleo*. 3ª edição, editora Interciência.

VIDEOLAR INNOVA (2017). *Relatório Anual 2016*. Disponível em: <http://www.innova.com.br/arquivos/documentos/relatorio/corporativo/58d26e24ef5dd.pdf>. Acesso em: 26 mar. 2018.

UNIPAR CARBOCLORO (2018). *Relatório Anual 2016*. Disponível em http://www.uniparcarbocloro.com.br/download_arquivos.asp?id_arquivo=F51E2228-8368-40D1-8E85-585B0EFF880D. Acesso em: 26 mar. 2018.